Guida non vincolante alla buona prassi nell'attuazione della direttiva 2002/44/CE (Vibrazioni sul lavoro)

Commissione europea

Guida non vincolante alle buone pratiche per l'applicazione della direttiva 2002/44/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni)

Commissione europea

Direzione generale per l'Occupazione, gli affari sociali e le pari opportunità

Unità F.4

Manoscritto terminato nell'agosto 2007

PREFAZIONE

Uno degli obiettivi dell'Unione europea è da sempre la creazione di maggiori opportunità di lavoro. Tale obiettivo è stato iscritto formalmente nell'agenda del Consiglio europeo di Lisbona nel marzo 2000 e rappresenta uno degli elementi chiave che contribuiscono a migliorare la qualità del lavoro.

L'adozione di misure legislative rientra nell'impegno teso a garantire la salute e la sicurezza dei lavoratori nel quadro strategico globale del benessere sul luogo di lavoro. In questo contesto la Commissione europea dispone di un'ampia gamma di strumenti volti a consolidare una reale cultura di prevenzione dei rischi.

La presente guida di buone pratiche rappresenta uno di questi strumenti.

La direttiva 2002/44/CE del Parlamento europeo e del Consiglio sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) intende introdurre, a livello comunitario, prescrizioni minime di protezione dei lavoratori esposti, nel corso del loro lavoro, ai rischi derivanti dalle vibrazioni.

La stessa direttiva stabilisce "valori limite di esposizione" e "valori di esposizione che fanno scattare l'azione". Essa specifica inoltre gli obblighi dei datori di lavoro quanto a determinazione e valutazione dei rischi, stabilisce le misure da adottare per ridurre o evitare l'esposizione e spiega in dettaglio le modalità di una corretta informazione e formazione dei lavoratori. Un datore di lavoro che intende effettuare lavori che implichino per l'addetto il rischio di esposizione alle vibrazioni deve attuare una serie di misure di protezione prima di realizzare le attività e durante la loro esecuzione.

La direttiva impone inoltre agli Stati membri dell'UE di porre in opera un sistema appropriato di controllo della salute dei lavoratori esposti ai rischi associati a vibrazioni.La valutazione e la stima dei rischi associati all'esposizione alle vibrazioni e l'attuazione di misure di protezione possono risultare complesse. La "guida alle buone pratiche" non vincolante faciliterà la valutazione dei rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni all'intero corpo, la determinazione dei controlli da effettuare per eliminare o ridurre l'esposizione e l'introduzione di sistemi appropriati per prevenire l'insorgere e l'aggravarsi del danno.

Indice

Ringraziamenti

La presente guida è stata realizzata sulla base del progetto elaborato dai seguenti istituti:

ISVR: Professor M.J. Griffin & Dr H.V.C. Howarth
Institute of Sound and Vibration Research
Università di Southampton, Regno Unito.

HSL: Sig. P.M. Pitts
Health and Safety Laboratory
Regno Unito.

BGIA: Dr S. Fischer & Sig. U. Kaulbars
Berufsgenossenschaftliches Institut für Arbeitsschutz,
Germania.

INRS: Dr P.M. Donati
Institut National de Recherche et de Sécurité,
Francia.

HSE: Sig. P.F. Bereton
Health and Safety Laboratory
Regno Unito.

Il gruppo di esperti è stato selezionato mediante bando di gara indetto dalla Commissione europea.

Il lavoro è stato realizzato sotto la supervisione dei seguenti organi:

Unità "Salute, sicurezza e igiene sul luogo di lavoro" della Direzione generale Occupazione, affari sociali e pari opportunità della Commissione e gruppo di lavoro "Vibrazioni" designato dal Comitato consultivo per la sicurezza e la salute sul luogo di lavoro[1].

Nota: Gli autori del progetto della presente guida ringraziano inoltre per il contributo fornito alla messa a punto della presente guida i seguenti due progetti finanziati dall'UE:

VIBRISKS: Risks of Occupational Vibration Exposures (Rischi dell'esposizione alle vibrazioni durante il lavoro),Progetto FP5 della CE n. QLK4-2002-02650.

VINET: Research Network on Detection and Prevention of Injuries due to Occupational Vibration Exposures (Rete di ricerca sull'individuazione e sulla prevenzione delle lesioni provocate dall'esposizione alle vibrazioni durante il lavoro),progetto Biomed II della CE n. BMH4-CT98-3251.

1 Decisión del Consejo de 22 de julio de 2003 (DO C 218 de 13.9.2003, p. 1).

PARTE 1 Guida di buone pratiche sulle Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

Índice

Capitolo 1 Introduzione

La direttiva 2002/44/CE dell'Unione europea "direttiva sulle vibrazioni") definisce le responsabilità che incombono ai datori di lavoro con riguardo all'eliminazione o al massimo contenimento dei rischi associati alle vibrazioni meccaniche trasmesse al sistema mano-braccio (nell'allegato A figura un breve elenco di tali obblighi).

La presente guida si rivolge ai datori di lavoro per aiutarli ad individuare i pericoli connessi con le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio, a valutare il grado di esposizione ed il livello di rischio e a definire le misure volte a salvaguardare la salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a tali rischi.

La guida va letta congiuntamente alla direttiva sulle vibrazioni o alle legislazioni nazionali che attuano le prescrizioni di quest'ultima.

Le vibrazioni al sistema mano-braccio sono trasmesse all'arto superiore attraverso il palmo e le dita della mano (vedasi allegato B). I lavoratori regolarmente esposti a tali vibrazioni possono subire danni ai tessuti di queste parti del corpo, che provocano i sintomi generalmente noti come sindrome da vibrazioni al sistema mano-braccio (vedasi allegato C).

Dai rischi derivanti dalle vibrazioni al sistema mano-braccio sono interessati i lavoratori occupati in vari comparti dell'industria e appartenenti a diverse categorie professionali. L'uso e soprattutto l'uso prolungato e regolare di attrezzature fortemente vibratorie accrescono notevolmente tali rischi. Studi sul campo hanno dimostrato, tuttavia, che una buona gestione consente di controllare e ridurre i rischi connessi con le vibrazioni. Inoltre, i costi di tali controlli non devono essere necessariamente elevati e sono di solito compensati dai vantaggi che una buona salute dei lavoratori comporta. Inoltre, attuando misure di controllo delle vibrazioni, in molti casi, migliora l'efficienza.

La "direttiva sulle vibrazioni" (direttiva 2002/44/CE – vedasi il riquadro "Riferimenti normativi") fissa norme minime per il controllo dei rischi associati alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio. Essa dispone che gli Stati membri dell'Unione europea mettano in vigore entro il 6 luglio 2005 disposizioni legislative nazionali ai fini dell'applicazione delle prescrizioni in essa contenute. Le legislazioni nazionali possono introdurre disposizioni più favorevoli di quelle previste dalla direttiva, mantenendo tuttavia invariato il livello di protezione dei lavoratori garantito dalla normativa nazionale preesistente.

La direttiva sulle vibrazioni fissa un valore di esposizione che fa scattare l'azione, al di sopra del quale i datori di lavoro devono controllare i rischi derivanti dalle vibrazioni al sistema mano-braccio, cui sono esposti i loro dipendenti, e un valore limite di esposizione che non deve essere superato[2]:

- un valore di esposizione giornaliera che dà luogo all'azione fissato a 2,5 m/s^2;
- un valore limite di esposizione giornaliera fissato a 5 m/s^2.

Tuttavia, livelli di esposizione di valore inferiore a quello che fa scattare l'azione non escludono rischi di lesioni o traumi indotti da vibrazioni al sistema mano-braccio. La direttiva sulle vibrazioni impone ai datori di lavoro l'obbligo di garantire l'eliminazione o il contenimento, per quanto possibile, dei rischi associati alle vibrazioni trasmesse all'arto superiore. L'allegato A contiene un breve elenco di tali obblighi.

2 Per quanto riguarda il valore limite di esposizione, gli Stati membri, previa consultazione delle parti sociali, hanno la facoltà di prevedere un periodo transitorio di 5 anni a decorrere dal 6 luglio 2005 (essi sono autorizzati a prolungare questo periodo per altri 4 anni per i macchinari utilizzati nel settore agricolo e forestale). Il periodo transitorio si applica unicamente quando sono utilizzate attrezzature di lavoro messe a disposizione dei lavoratori anteriormente al 6 luglio 2007 e che, tenuto conto di tutte le misure tecnico-organizzative per il contenimento del rischio, non consentono di rispettare i valori limite di esposizione.

La direttiva sulle vibrazioni è una direttiva particolare che fa seguito alla direttiva quadro (direttiva 89/391/CEE – vedasi il riquadro "Riferimenti normativi"); molte delle prescrizioni in essa contenute sono derivate da quest'ultima e vi fanno riferimento esplicito.

La presente guida aiuterà i datori di lavoro a conformarsi alle disposizioni della "direttiva sulle vibrazioni" con riguardo alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio. Essa verte sui seguenti argomenti: la metodologia applicata per determinare e valutare i rischi, la scelta e l'utilizzo corretto delle attrezzatura da lavoro, l'ottimizzazione delle procedure e l'attuazione di misure di protezione (misure di natura tecnica e/o organizzativa) sulla base di un'analisi preventiva dei rischi. Inoltre, specifica il genere di informazione e formazione da impartire ai lavoratori interessati e propone soluzioni efficaci ad altre problematiche sollevate dalla direttiva 2002/44/CE. L'impostazione strutturale della guida risulta dal diagramma della figura 1.

Riferimenti normativi:

Direttiva sulle vibrazioni:

Direttiva 2002/44/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

(Pubblicata nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 177 del 6 luglio 2002, pagina 13)

Direttiva quadro:

Direttiva 89/391/CEE del Consiglio del 12 giugno 1989 concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.

FIGURA 1 DIAGRAMMA DELLE VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

- **Valuazione dei rischi** — **CAPITOLO 2**
  - Aspetti basilari della valutazione dei rischi — 2.1
  - Valutazione dell'esposizione giornaliera
    - Durata dell'esposizione — 2.2
    - Entità della vibrazione — 2.3
      - Dati forniti dal fabbricante
      - Altre fonti
      - Misurazioni
    - Calcolo dell'esposizione giornaliera — 2.4
      - Esposizione giornaliera alle vibrazioni - *A* (8)
- **Eliminazione o riduzione dell'esposizione** — **CAPITOLO 3**
  - Sviluppo di una strategia di controllo — 3.1
    - Consultazione e partecipazione dei lavoratori — 3.2
    - Controllo dei rischi — 3.3
      - Sostituzione di altri metodi operativi
      - Scelta delle attrezzature
      - Politica degli acquisti
      - Pianificazione dei compiti e dei metodi operativi
      - Informazione e formazione dei lavoratori
      - Orari di lavoro
      - Misure di protezione collettiva
      - Indumenti di lavoro e protezione personale
      - Manutenzione
    - Controllo e valutazione — 3.4
      - Accertare l'efficacia dei controlli
    - Procedere ad una nuova valutazione dei rischi — 3.5
- **Sorveglianza sanitaria** — **CAPÍTULO 4**
  - Quando è necessario un controllo sanitario? — 4.1
  - Che tipo di documentazione è necessaria? — 4.2
  - Cosa fare se si accerta un problema di salute? — 4.3

Capitolo 2 Valutazione dei rischi

La finalità della valutazione dei rischi associati alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio consiste nell'aiutare il datore di lavoro a decidere a ragion veduta le misure da intraprendere per prevenire o controllare in maniera adeguata i rischi associati all'esposizione degli arti superiori alle vibrazioni.

Nel presente capitolo si spiega come determinare se un posto di lavoro possa presentare un problema dal punto di vista dell'esposizione alle vibrazioni al sistema mano-braccio, senza bisogno di effettuare misurazioni o senza disporre di conoscenze approfondite in materia di valutazione dell'esposizione.

2.1 Aspetti basilari della valutazione dei rischi

La valutazione dei rischi deve:

- individuare potenziali rischi derivanti da vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio;
- calcolare il grado di esposizione dei lavoratori e compararlo con il valore di esposizione che dà luogo all'azione e con il valore limite di esposizione;
- accertare le procedure disponibili di controllo del rischio;
- determinare i provvedimenti che si intendono adottare per controllare e monitorare i rischi associati alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio; nonché
- registrare i risultati della valutazione e dei provvedimenti adottati.

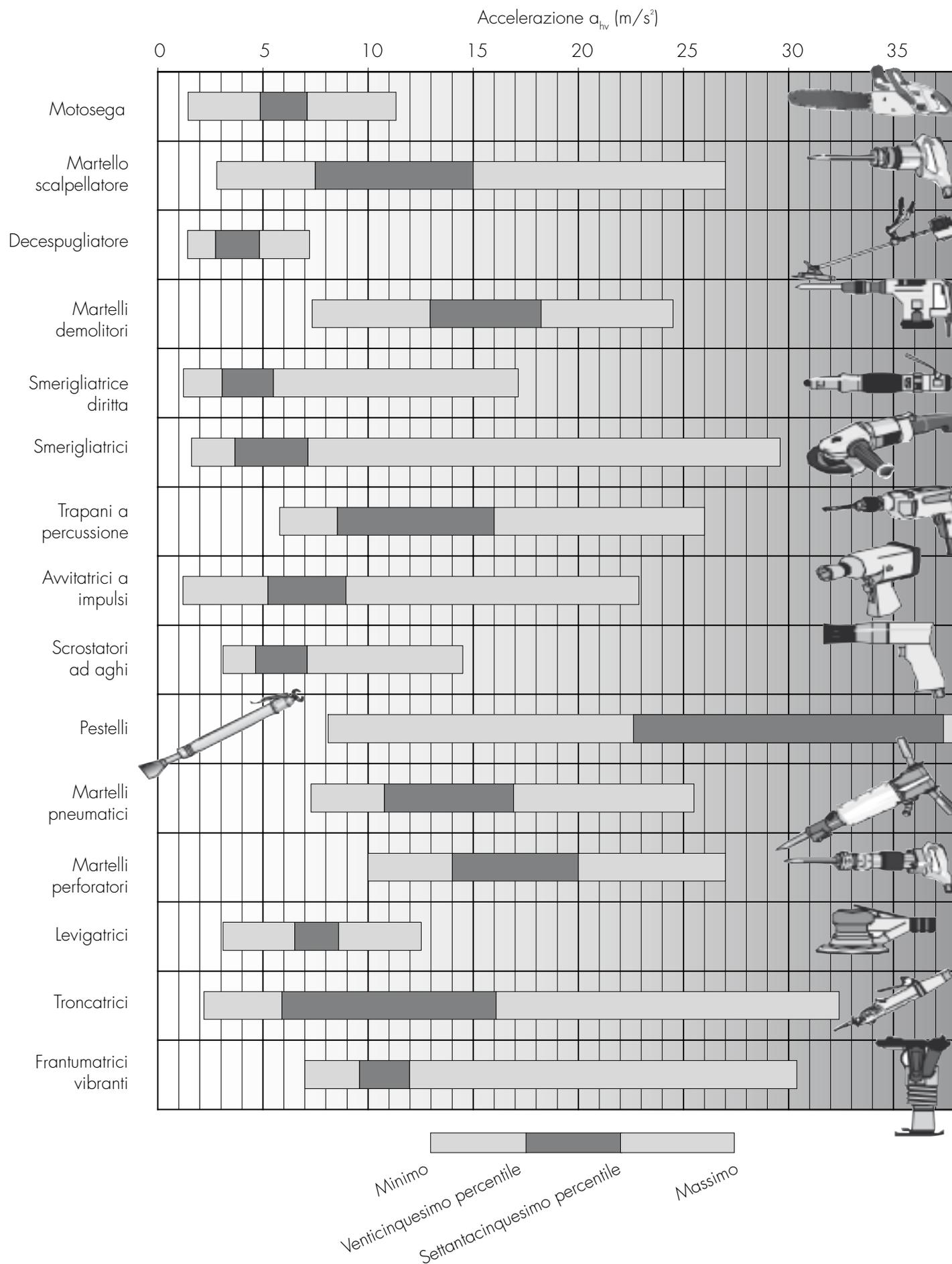
Nella valutazione dei rischi va tenuto conto innanzitutto del lavoro svolto, dei procedimenti applicati e degli strumenti e impianti utilizzati. È importante porsi la domanda: "Nell'impresa si utilizzano attrezzature di lavoro meccaniche portatili, tenute o condotte a mano?" Se la risposta è affermativa, occorre risolvere il problema dell'esposizione alle vibrazioni. La tabella 1 contiene alcuni quesiti utili per decidere se sia necessario adottare ulteriori provvedimenti. La figura 2 presenta esempi di grandezze di vibrazioni di alcuni utensili e macchinari che sono sorgenti di rischio.

È importante far partecipare i lavoratori e i loro rappresentanti al processo di valutazione dei rischi connessi con le vibrazioni e tenerli al corrente dei relativi sviluppi e risultati. Collaborando attivamente con la manodopera sarà possibile garantire una previsione dei rischi basata su calcoli realistici del lavoro svolto e del tempo impiegato.

I fattori che determinano l'esposizione giornaliera alle vibrazioni sono l'entità ponderata in frequenza (livello) delle vibrazioni e la durata dell'esposizione. Il grado di esposizione di un lavoratore alle vibrazioni sarà proporzionale al livello o alla durata della stessa.

Tabella 1 Quesiti utili per aiutarvi a decidere se sia necessario adottare ulteriori provvedimenti
Nel posto di lavoro sono in uso strumenti di tipo rotativo (ad esempio, smerigliatrici, levigatrici)?
Dopo circa mezz'ora di utilizzo di alcuni utensili a moto rotatorio si può verificare il superamento del valore di esposizione che dà luogo all'azione; è evidente che occorre adottare le misure del caso quando essi vengono utilizzati per più di 2 ore al giorno.
È previsto l'uso di strumenti a impatto o a percussione (ad esempio, martelli perforatori o utensili affini)?
I livelli di vibrazione generati da utensili a impatto o di tipo percussorio possono risultare molto più elevati di quelli prodotti da strumenti di tipo rotativo. Nell'impiego per pochi minuti di alcuni utensili a impatto si può verificare il superamento del valore d'esposizione che dà luogo all'azione; sarà dunque necessario adottare le misure del caso quando essi vengono utilizzati per più di mezz'ora al giorno.
I fabbricanti o fornitori di tali apparecchi avvertono gli utilizzatori dei rischi associati alle vibrazioni?
Se gli apparecchi meccanici portatili sono suscettibili di esporre l'utilizzatore al rischio di patologie indotte da vibrazioni, il fabbricante deve darne comunicazione nel manuale contenente le istruzioni d'uso.
Vi sono apparecchi vibranti che causano formicolio o intorpidimento alle mani durante o dopo il loro utilizzo?
Possono palesarsi sintomi di formicolio o intorpidimento alle mani durante o dopo l'uso di un apparecchio meccanico; tali fenomeni sono indicativi dei rischi derivanti al sistema mano-braccio da vibrazioni conseguenti ad un uso prolungato dell'apparecchio.
Vi sono già state segnalazioni da parte di lavoratori esposti a tali vibrazioni di una qualsiasi sindrome da vibrazioni mano-braccio?
L'esistenza documentata di una sindrome da vibrazioni mano-braccio implica la necessità di risolvere il problema dell'esposizione alle vibrazioni. La presenza di sintomi legati ad esposizioni inferiori al valore che dà luogo all'azione serve ad individuare soggetti particolarmente esposti ai rischi derivanti dalle vibrazioni al sistema mano-braccio.

Figura 2 Esempi di grandezze di vibrazione di utensili d'uso comune

Gamme di valori di vibrazione delle attrezzature d'uso comune presenti sul mercato comunitario. I dati sono meramente indicativi. Per ulteriori dettagli vedasi l'allegato B.

2.2 Determinazione del tempo di esposizione

Per valutare l'esposizione giornaliera alle vibrazioni è necessario effettuare un calcolo del tempo in cui l'operatore è esposto alle vibrazioni. L'esperienza dimostra che spesso, all'atto della valutazione dei rischi, questo dato è sovrastimato.

Nel presente capitolo si analizza quali siano le informazioni necessarie riguardo al tempo d'esposizione e il modo in cui determinarlo.

Prima di poter effettuare una stima dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni, ossia determinare il valore (A(8), occorre conoscere la durata complessiva giornaliera di esposizione alle vibrazioni prodotte dal singolo utensile o dalla singola lavorazione. Allo scopo va considerato unicamente il tempo in cui l'operatore è esposto alle vibrazioni; ad esempio, non va contemplato nel calcolo il tempo durante il quale l'operatore non impugna l'utensile o lo impugna, ma non lo utilizza.

Solo durante il tempo di contatto (o mentre si aziona l'interruttore) le mani sono concretamente esposte alle vibrazioni prodotte dall'utensile o dal manufatto. Gli operatori sono soliti sovrastimare il tempo di contatto che è spesso molto inferiore al "tempo di lavoro" globale. La scelta del metodo applicato per calcolare il tempo di contatto è spesso funzionale all'uso continuativo o intermittente dell'apparecchio.

Funzionamento ininterrotto dell'apparecchio

Esempio: impiego per diverse ore di una smerigliatrice per rimuovere grandi quantità di materiale.

Osservare il lavoro svolto durante una parte rappresentativa dell'orario di lavoro giornaliero e annotare il tempo di esercizio dell'utensile. Per la misurazione ci si può servire di un cronometro o di una videocamera.

Funzionamento intermittente dell'apparecchio

Esempio: utilizzo di un avvitatore a impulso per stringere i bulloni delle ruote di un veicolo.

Probabile accesso alle informazioni sul numero di operazioni che si effettuano durante la giornata di lavoro (ad esempio, il numero di componenti ultimati giornalmente). Se si misura la durata media di un'operazione osservando il ritmo di lavoro nell'arco di un periodo campione è possibile calcolare la durata giornaliera complessiva.

Per quanto riguarda l'esempio dell'avvitatore, si può contare il numero di ruote rimosse e sostituite al giorno e il numero di bulloni per ruota. Bisogna sapere anche quanto tempo ci vuole di solito per levare o sostituire un bullone.

Anche gli schemi di lavoro devono essere oggetto di un'analisi accurata. Ad esempio, alcuni lavoratori possono utilizzare utensili vibranti solo per certi periodi del giorno o della settimana. Occorre stabilire modelli d'uso tipici, in quanto fattore importante nel calcolo della probabilità di esposizione individuale alle vibrazioni.

Riferimenti normativi:

EN ISO 5349-2:2001 Vibrazioni meccaniche — Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano. Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro.

CEN/TR 15350 Mechanical vibration — Guideline for the assessment of exposure to hand-transmitted vibration using available information including that provided by manufacturers of machinery

2.3 Entità della vibrazione

Il rischio di vibrazione al sistema mano-braccio si basa sul valore totale dell'accelerazione ponderata in frequenza a_{hv} che equivale alla radice quadrata della somma dei quadrati dell'accelerazione ponderata in frequenza determinati sui tre assi ortogonali x, y e z:

$$a_{hv} = \sqrt{a^2_{hwx} + a^2_{hwy} + a^2_{hwz}}$$

Il valore è determinato nel punto in cui la vibrazione si trasmette alla mano (vedasi allegato B).

Le informazioni utilizzate per determinare le vibrazioni devono corrispondere quanto più possibile alle probabili emissioni vibratorie dell'attrezzatura che si intende utilizzare secondo le modalità d'uso previste.

Nel presente capitolo esaminiamo il modo in cui poter calcolare le vibrazioni a partire dai dati dichiarati dal costruttore, da altre fonti di dati pubblicate e da misurazioni sul posto di lavoro

2.3.1 Utilizzo dei dati sulle emissioni dichiarati dal fabbricante

Z
Y
X

La direttiva europea "Macchine (direttiva 2006/42/CE e, in precedenza, direttiva abrogata 98/37/CE) stabilisce prescrizioni minime di salute e sicurezza delle macchine vendute sul mercato comunitario, nonché norme specifiche in materia di vibrazioni.

Tale direttiva impone, in particolare, a costruttori, importatori e fornitori l'obbligo di fornire informazioni sulla trasmissione di vibrazioni alla mano. Dette informazioni devono figurare nel foglio informativo o nel manuale d'istruzioni per l'uso acclusi alla macchina.

I valori di emissione vibratoria dichiarati dal costruttore sono calcolati normalmente in base alle norme europee armonizzate relative alle metodiche di misura delle vibrazioni, emesse dagli organismi di normalizzazione europei o internazionali. Dal 2005 essi si basano in particolare sulla norma EN ISO 20643. Tra tali norme figurano le serie EN ISO 8662 per gli utensili pneumatici ed altri con motore non elettrico e EN 60745 per gli utensili elettrici.

I valori di emissione vibratoria dichiarati consentono agli acquirenti di comparare macchinari testati in base alla stessa norma armonizzata. I valori di emissione possono segnalare la presenza di differenze rilevanti tra le diverse macchine, il che consente di evitare l'uso di utensili fortemente vibranti.

Dai dati sulle emissioni forniti dai costruttori è possibile dedurre anche l'intensità delle vibrazioni trasmissibili alla mano dell'utilizzatore proprie di un particolare utensile meccanico. Ciò può essere utile ai fini della stima dell'esposizione giornaliera e della valutazione dei rischi.

Al momento attuale le norme armonizzate relative ai metodi di misurazione delle vibrazioni tendono a sottostimare le vibrazioni prodotte da utensili impiegati durante il lavoro e si basano di solito su misurazioni effettuate lungo un unico asse di vibrazione. Per valutare il rischio, la norma CEN/TR 15350 raccomanda che al valore di emissione dichiarato dal costruttore sia applicato, nella maggior parte dei casi, un coefficiente moltiplicativo in funzione della tipologia di utensile:

Utensili con motore a combustione:	x1
Utensili pneumatici:	x1,5 a x2
Utensili elettrici:	x1,5 a x2

Se i costruttori dichiarano valori di emissione inferiori a 2,5m/s², va applicato un valore pari a 2,5m/s² e moltiplicato per il fattore di correzione appropriato.

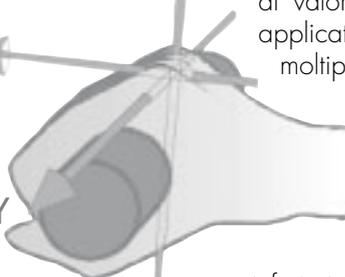
Informazioni più dettagliate riguardo a tali fattori sono contenute nella norma CEN/TR 15350. In mancanza di simili informazioni e in presenza di numerosi fattori moltiplicatori, conviene utilizzare il valore più elevato.

Molte norme europee armonizzate relative ai metodi di misurazione delle vibrazioni sono attualmente in fase di revisione. Le nuove norme miglioreranno i valori di emissione che non saranno direttamente comparabili con i dati precedenti, ma che offriranno un orientamento più preciso in merito all'esposizione alle vibrazioni sul posto di lavoro.

Riferimenti normativi:

EN 12096:1997 Vibrazioni meccaniche —Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria.

EN ISO 20643:2005 Vibrazioni meccaniche — Macchine portatili e condotte a mano. Principi per la valutazione della emissione di vibrazioni

CEN/TR 15350: CEN/TR 2005 Mechanical vibration — Guideline for the assessment of exposure to hand-transmitted vibration using available information including that provided by manufacturers of machinery

2.3.2 *Ricorso ad altre fonti di dati*

Esistono altre fonti di informazione sull'entità delle vibrazioni, che sono spesso sufficienti per stabilire se il valore di esposizione che dà luogo all'azione o il valore limite di esposizione rischiano di essere superati.

Informazioni utili sulle vibrazioni sono reperibili inoltre presso le associazioni di categoria o altre organizzazioni equivalenti ed esistono banche dati internazionali sul tema vibrazioni in internet, che possono essere d'aiuto. Per alcuni datori di lavoro potrebbero essere utili per fare una prima valutazione del rischio indotto dalle vibrazioni.

Altre informazioni sulle vibrazioni sono fornite dai consulenti specializzati in materia e dagli organismi pubblici. Informazioni sono reperibili anche in pubblicazioni tecniche o scientifiche e in internet e altri dati sulle vibrazioni in condizioni di uso reale tipico sono disponibili sui siti web dei costruttori. Due siti web europei contenenti dati standard forniti dai costruttori sull'emissione vibratoria e taluni valori misurati in condizioni di "uso reale" per una serie di macchine sono:

http://www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en

http://www.las-bb.de/karla/

Nella migliore delle ipotesi, ci si dovrebbe avvalere di informazioni sulle vibrazioni relativamente all'attrezzatura (marca e modello) che si intende utilizzare. Tuttavia, se ciò non è possibile, inizialmente ci si può servire di informazioni concernenti attrezzature similari, sostituendo poi tali dati con valori più precisi quando si renderanno disponibili.

Nello scegliere le informazioni pubblicate sulle vibrazioni, gli elementi di cui tener conto al momento di decidere sono i seguenti:

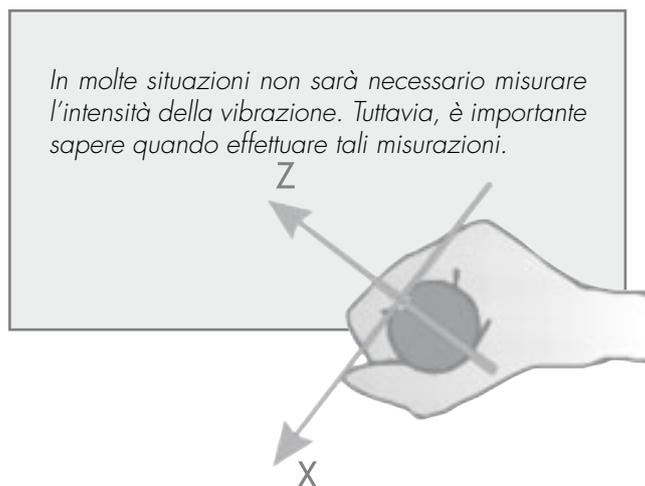
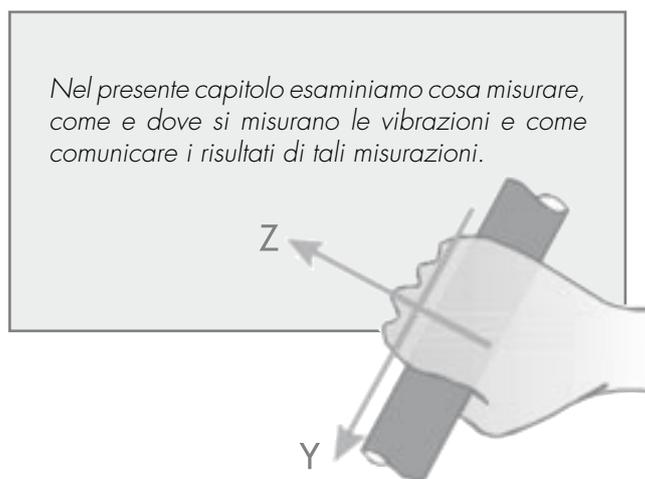
- la tipologia di utensile (ad esempio, un demolitore stradale),
- la classe dell'attrezzatura (ad esempio, potenza/motore o dimensione),
- la fonte di energia (ad esempio, motore pneumatico, idraulico, elettrico o motore a combustione),
- eventuali dispositivi antivibratori (ad esempio, impugnatura ammortizzata),
- l'uso cui era adibita l'attrezzatura al momento della raccolta delle informazioni sulle vibrazioni,
- la velocità cui operava al momento,
- il tipo di materiale su cui veniva utilizzato.

Nell'utilizzare i dati pubblicati sulle vibrazioni è buona prassi compararli con quelli ricavati da due o più fonti.

2.3.3 *Misurazione dell'entità della vibrazione*

In molte situazioni non sarà necessario misurare l'intensità della vibrazione. Tuttavia, è importante sapere quando effettuare tali misurazioni.

Z

X

Nel presente capitolo esaminiamo cosa misurare, come e dove si misurano le vibrazioni e come comunicare i risultati di tali misurazioni.

A volte può risultare impossibile ottenere (dai fornitori delle attrezzature o da altre fonti) informazioni adeguate sulle vibrazioni prodotte da un utensile o da un processo di lavorazione. Potrebbe in tal caso essere necessario effettuare misurazioni sul campo.

La rilevazione dei livelli di vibrazione si presenta difficile e complessa. Si può optare tra misurazioni effettuate all'interno dell'azienda o misurazioni con l'aiuto di un consulente specializzato. In entrambi i casi, è importante che chiunque effettui le misurazioni disponga di competenza e esperienza adeguate.

Cosa si misura?

L'esposizione umana alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio va misurata secondo il metodo definito nella norma europea EN ISO 5349-1:2001; indicazioni pratiche dettagliate sull'utilizzo del metodo di misurazione delle vibrazioni sul posto di lavoro figurano nella norma EN ISO 5349-2:2001.

L'entità di vibrazione è espressa in termini di accelerazione ponderata, in frequenza, sull'impugnatura dell'utensile o sul manufatto che è a contatto della mano (vedasi l'allegato B) e la sua unità misura è il metro al secondo quadrato (m/s^2).

Misurazione delle vibrazioni

Con le misurazioni si ottengono valori di vibrazione rappresentativi delle vibrazioni medie emesse da un utensile o da un processo durante l'intero periodo di lavoro dell'operatore. A tal fine è importante selezionare le condizioni di funzionamento e i tempi di misurazione.

Se lo strumento è retto con entrambe le mani la misurazione è eseguita su ogni mano e per determinare l'esposizione alle vibrazioni si farà riferimento al più alto dei due valori.

Riferimenti normativi:

EN ISO 5349-1:2001 Vibrazioni meccaniche — Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano – Parte 1: Requisiti generali

EN ISO 5349-2:2001 Vibrazioni meccaniche — Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano

2.4. Calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni

La valutazione dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni dipende sia dall'intensità (livello) di vibrazione che dalla durata dell'esposizione.

Nel presente capitolo esaminiamo il modo in cui è calcolata l'esposizione giornaliera alle vibrazioni sulla base delle informazioni relative all'entità di vibrazione e dei tempi di esposizione.

Alcuni strumenti per semplificare il calcolo dell'esposizione giornaliera e gestire i tempi d'esposizione sono indicati nell'allegato D, mentre nell'allegato E figurano esempi pratici di calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni.

2.4.1 Esposizione giornaliera alle vibrazioni

L'esposizione giornaliera alle vibrazioni, A(8), si calcola sulla base dell'entità e del tempo di esposizione. Come per l'entità di vibrazione, l'esposizione giornaliera alle vibrazioni è espressa in metri al secondo quadrato (m/s^2). Nell'allegato E sono riportati esempi di calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni.

2.4.2 Esposizioni parziali alle vibrazioni

Se una persona è esposta a più fonti di vibrazione (ad esempio, perché utilizza due o più macchine o svolge attività diverse nell'arco della giornata lavorativa) i valori parziali di esposizione alle vibrazioni sono calcolati sulla base dell'entità e della durata di ciascuna di queste. Per ottenere il valore totale dell'esposizione giornaliera, A(8), per quella data persona, si combinano i valori parziali delle vibrazioni. Nell'allegato E figura un esempio di calcolo delle esposizioni giornaliere alle vibrazioni.

Ogni esposizione parziale alle vibrazioni rappresenta il contributo di una particolare sorgente di vibrazione (utensile o lavorazione) all'esposizione giornaliera complessiva del lavoratore.

Conoscere i valori parziali di esposizione aiuta a definire le priorità d'azione: va considerata prioritaria l'applicazione di misure di controllo a utensili o processi i cui valori parziali risultano essere i più elevati.

2.4.3 Incertezza delle valutazioni dell'esposizione giornaliera

L'incertezza della valutazione dell'esposizione alle vibrazioni dipende da molti fattori (vedasi al riguardo la norma EN ISO 5349-2:2001), tra i quali figurano:

- l'incertezza legata allo strumento/alla calibratura,
- l'esattezza dei dati originali (ad esempio, dati sull'emissione dichiarati dal produttore),
- la variazione del fattore umano (ad esempio, esperienza, tecnica operativa o costituzione fisica),
- la capacità del lavoratore di svolgere operazioni tipiche nel corso delle misurazioni,
- la ripetibilità dei compiti lavorativi,
- i fattori ambientali (ad esempio, rumore e temperatura),
- le variazioni nella macchina (ad esempio, necessità di una revisione, utilizzo a caldo),
- il deterioramento di componenti accessori o abrasivi (ad esempio, usura della lama della sega, disco abrasivo consumato).

Nel misurare l'entità della vibrazione e il tempo di esposizione, l'incertezza dei risultati della valutazione dell'A(8) può significare che il valore calcolato può essere compreso tra il 20% in più e il 40% in meno del valore reale. Nello stimare il tempo di esposizione e l'entità della vibrazione – ad esempio, sulla base delle informazioni fornite dal lavoratore (tempo di esposizione) o dal fabbricante (entità) – l'incertezza della valutazione dell'esposizione giornaliera può essere molto maggiore.

Riferimenti normativi:

EN ISO 5349-2:2001 Vibrazioni meccaniche — Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano – Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro.

Capitolo 3 Eliminazione o riduzione dell'esposizione

La valutazione del rischio consente di pianificare le misure necessarie per prevenire o controllare adeguatamente l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni al sistema mano-braccio.

Nel presente capitolo si dimostra come poter sviluppare una strategia di controllo, definire l'ordine di priorità delle misure al riguardo e monitorare l'efficacia di tali misure.

3.1 Sviluppo di una strategia di controllo

Per controllare il rischio dobbiamo disporre di una strategia che consenta di ridurre efficacemente l'esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio.

Nel presente capitolo esaminiamo il processo di elaborazione di una strategia di controllo, che definisca, tra l'altro, in ordine di priorità, le pertinenti attività.

La valutazione dei rischi deve consentire la definizione di metodiche di controllo dell'esposizione. Nel valutare il livello di esposizione alle vibrazioni occorre tener conto dei processi di lavorazione che sono all'origine di tali fenomeni. Capire il perché dell'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni aiuterà a individuare metodiche per ridurle o eliminarle.

Le principali fasi di questo processo di gestione sono:

- individuazione delle fonti principali di vibrazione;
- classificazione di tali fonti in funzione del loro contributo in termini di rischio;
- determinazione e valutazione di potenziali soluzioni in termini di attuabilità e di costo;
- fissazione di obiettivi realistici;
- assegnazione di priorità e definizione di un "programma di azione";
- definizione delle responsabilità di gestione e stanziamento di risorse adeguate;
- attuazione del programma;
- monitoraggio dei progressi compiuti;
- valutazione del programma.

La scelta del metodo per ridurre i rischi associati alle vibrazioni al sistema mano-braccio dipenderà dagli aspetti pratici di lavorazioni specifiche e dai livelli di esposizione rilevati al momento.

Potrebbe inoltre essere necessario modificare i controlli dei lavoratori particolarmente a rischio, ad esempio quelli che sono più esposti al rischio di lesioni indotte da vibrazioni e che presentano sintomi di patologie se esposti a valori inferiori al valore d'azione connesso all'esposizione.

Esempio: utilizzo dell'esposizione parziale alle vibrazioni per classificare il rischio

Un lavoratore dell'industria dell'acciaio utilizza due utensili, una smerigliatrice con emissione vibratoria di 7m/s² e un martello scalpellatore con emissione vibratoria di 16m/s². Il tempo totale giornaliero di utilizzo del primo utensile è di 2½ , del secondo 15 minuti:

- Smerigliatrice *(7 m/s² per 2½ ore)*:

$A_1(8) = 3,9\ m/s^2$

- Martello scalpellatore *(16 m/s² per 15 minuti)*:

$A_2(8) = 2,8\ m/s^2$

Esposizione totale **A(8) = 4,8 m/s²**

Benché l'emissione vibratoria del martello scalpellatore sia superiore a quella della smerigliatrice, dai valori dell'esposizione parziale risulta che all'uso di quest'ultima è imputabile la maggior parte dell'esposizione complessiva del lavoratore alle vibrazioni. Pertanto, si dovrà procedere innanzitutto a ridurre il rischio derivante dall'uso della smerigliatrice.

Secondo la direttiva quadro, l'attuazione di un programma di misure preventive deve rispettare il seguente ordine prioritario:

1. evitare i rischi;
2. valutare i rischi che non possono essere evitati;
3. combattere i rischi alla fonte;
4. adeguare il lavoro all'uomo, in particolare per quanto concerne la concezione dei posti di lavoro e la scelta delle attrezzature e dei metodi di lavoro e di produzione, in particolare per attenuare il lavoro monotono e il lavoro ripetitivo e per ridurre gli effetti di questi lavori sulla salute;
5. tener conto del grado di evoluzione della tecnica;
6. sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non è pericoloso o che è meno pericoloso;
7. programmare la prevenzione, mirando ad un complesso coerente che integri nella medesima la tecnica, l'organizzazione del lavoro, le condizioni di lavoro, le relazioni sociali e l'influenza dei fattori dell'ambiente di lavoro;
8. dare la priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;
9. impartire adeguate istruzioni ai lavoratori.

3.2 Consultazione e partecipazione dei lavoratori

Una gestione efficace dei rischi si basa sul sostegno e sulla partecipazione dei lavoratori, in particolare dei loro rappresentanti. Questi ultimi possono essere un valido canale di comunicazione con la manodopera e aiutano i lavoratori a comprendere le informazioni in materia di salute e sicurezza e a farne buon uso.

Alcune misure di controllo delle vibrazioni al sistema mano-braccio saranno applicate più direttamente, mentre altre richiederanno cambiamenti a livello di organizzazione del lavoro. In realtà tali cambiamenti possono essere affrontati in modo efficace solo sentendo i rappresentanti dei lavoratori.

Un'efficace consultazione si basa:

- sullo scambio di informazioni pertinenti con i lavoratori riguardo a misure di salvaguardia della salute e della sicurezza;
- sulla possibilità offerta ai lavoratori di esprimere le loro opinioni e contribuire tempestivamente alla soluzione di problemi legati alla salute e sicurezza;
- sulla valorizzazione e sulla presa in considerazione del punto di vista dei lavoratori.

Il processo di consultazione può sfociare nella definizione di misure di controllo più efficaci e più trasparenti per i lavoratori. L'efficacia di tali misure dipenderà dalla collaborazione dei lavoratori. I lavoratori, che devono fruire di un'adeguata formazione e supervisione, hanno il dovere di utilizzare correttamente i macchinari e di collaborare con il datore di lavoro perché questi possa garantire loro un ambiente e condizioni di lavoro sicuri, in modo da ridurre al minimo e, se possibile, eliminare i rischi per la salute e sicurezza. L'esercizio di consultazione incoraggia la partecipazione e la cooperazione dei lavoratori alle misure di controllo, aumentando così le probabilità di riuscita di tali controlli.

3.3 Controlli del rischio

Un adeguato controllo dei rischi presuppone la riduzione o l'eliminazione dell'esposizione alle vibrazioni al sistema mano-braccio. È anche possibile adottare provvedimenti per ridurre le probabilità di contrarre una qualche patologia. Perché il controllo sia efficace potrebbe risultare necessaria l'applicazione di metodi diversi.

Nel presente capitolo esaminiamo le misure tecniche e organizzative ed altri metodi su cui impostare la definizione di adeguate misure di controllo.

3.3.1 Sostituzione di altri metodi operativi

Si potrebbero sperimentare metodi di lavoro diversi per ridurre o eliminare l'esposizione alle vibrazioni. Ciò potrebbe comportare la meccanizzazione o l'automatizzazione dei compiti o l'utilizzazione di metodi di lavoro alternativi. Per essere sempre al corrente dei metodi disponibili occorre consultare regolarmente:

✓ la propria associazione di categoria;

✓ altri esponenti del settore;

✓ i fornitori delle attrezzature;

✓ le pubblicazioni professionali.

3.3.2 Scelta delle attrezzature

Occorre assicurarsi che l'attrezzatura scelta o destinata a quel tipo di attività sia quella adatta e consenta di svolgere efficacemente il lavoro. L'uso di un'attrezzatura inadatta o inefficace prolungherà notevolmente la durata del lavoro, esponendo i lavoratori alle vibrazioni oltre il tempo necessario.

Una selezione accurata del materiale consumabile (ad esempio, abrasivi per smerigliatrici e levigatrici) o degli accessori di utensili (ad esempio, punte di trapano, scalpelli o lame di seghe) può influire sull'esposizione alle vibrazioni.

Alcuni fabbricanti forniscono accessori progettati in modo da ridurre l'esposizione.

Per essere costantemente aggiornati sugli utensili, sul materiale consumabile e sugli accessori disponibili occorre informarsi regolarmente presso:

- i fornitori delle attrezzature;
- la propria associazione di categoria o il proprio sindacato;
- altri esponenti del settore;
- le pubblicazioni professionali.

3.3.3 Politica degli acquisti

Occorre assicurarsi che il servizio acquisti applichi una strategia di approvvigionamento di attrezzature adatte, che tenga conto sia dell'emissione di vibrazioni che delle esigenze operative.

I produttori di utensili meccanici (nonché gli importatori, i fornitori e le ditte di noleggio di utensileria) dovrebbero essere d'aiuto nella scelta delle attrezzature più adatte e sicure in funzione delle necessità specifiche, ad esempio, fornendo informazioni e consigli utili sulle vibrazioni, sulla scelta e sulla manutenzione degli utensili. Essi hanno l'obbligo di ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni e di contribuire, tramite una corretta informazione, alla gestione dei problemi che non sono stati in grado di risolvere nella fase di progettazione delle attrezzature.

I fornitori di utensili meccanici destinati al mercato europeo devono conformarsi alla direttiva Macchine (direttiva 2006/42/CE che abroga la direttiva 98/37/CE), che impone loro l'obbligo di comunicare:

- il livello di emissione vibratoria (come indicato nel manuale d'istruzioni) e
- l'incertezza della misurazione.

Essi devono inoltre essere in condizione di prestare assistenza tecnica o consulenza in merito:

- ad ogni utilizzo dell'attrezzatura suscettibile di accrescere il rischio di lesioni e traumi da vibrazioni mano-braccio;
- all'utilizzo sicuro delle attrezzature e sugli obblighi di formazione al riguardo;
- ad ogni tipo di addestramento (degli operatori, degli addetti alla manutenzione, ecc.) consigliato

per poter controllare l'esposizione alle vibrazioni al sistema mano-braccio;

- all'impiego di attrezzature destinate ad attività specifiche;
- alla necessità di usare dispositivi di protezione individuale quando il macchinario è in funzione;
- al mantenimento in buono stato dell'utensile;
- a eventuali parametri di riduzione dei rischi.

La nuova direttiva Macchine impone a fabbricanti e fornitori di macchinari di fornire nel manuale di istruzioni:

indicazioni riguardo alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

- *il valore totale di vibrazioni cui è esposto il sistema mano-braccio quando superi i 2,5 m/s^2. Se tale valore non supera 2,5 m/s^2, occorre segnalarlo.*

La scelta degli utensili va operata nel rispetto dei principi ergonomici e tenendo presenti altri fattori di rischio, quali:

- il peso dell'utensile,
- il modello e il confort di eventuali maniglie,
- l'impugnatura e la forza prensile,
- la facilità d'uso e di manipolazione,
- il freddo a contatto con la superficie dell'impugnatura o l'aria che fuoriesce da utensili pneumatici,
- il rumore e
- la polvere

Alcuni produttori o fornitori noleggiano utensili campione per prova Occorre sfruttare tale opportunità e tener conto del parere dei lavoratori basato su prove pratiche. Un elemento importante è l'efficienza dell'utensile: uno strumento che impiega molto tempo per svolgere il lavoro non sarà molto richiesto; inoltre, il suo uso può comportare un'esposizione alle vibrazioni superiore a quella di un altro più efficace, ma con maggiore intensità vibratoria. Ciononostante, utensili troppo potenti per il lavoro che devono realizzare possono generare vibrazioni di ampiezza eccessiva.

3.3.4 Progettazione e assetto del posto di lavoro

Staffe e maniglie antivibranti

Staffe e accessori simili dotati di montature antivibrazioni possono far sì che non si debbano impugnare elementi vibranti.

Maniglie "antivibrazioni" possono ridurre le vibrazioni, ma una scelta sbagliata di questo tipo di dispositivo può, al contrario, aumentarle; vanno pertanto utilizzate solo maniglie approvate dal fabbricante.

Materiali flessibili

Il rivestimento delle maniglie antivibrazioni in gomma o altro materiale flessibile può migliorare il confort, ma non riduce in maniera significativa le vibrazioni alle frequenze che gravano maggiormente nel calcolo dell'esposizione. Se non oculatamente scelti, i materiali flessibili possono amplificare le vibrazioni a determinate frequenze e, in sostanza, aumentare l'esposizione.

Forze di presa e di spinta

Riducendo le forze di presa o di spinta esercitate dalla mano si riducono le vibrazioni trasmesse alla mano e al braccio dell'utilizzatore. Sono forze che intervengono all'atto di sorreggere l'utensile o il manufatto, azionare o guidare la macchina o intensificare il ritmo di lavoro. Tuttavia, se gli strumenti scelti sono inadatti, gli interventi di manutenzione insufficienti, la formazione scarsa o l'assetto della postazione di lavoro inidoneo occorrerà esercitare forze reali superiori al necessario per poter operare in efficienza.

Tra le tecniche per ridurre le forze di presa e di spinta figurano:

- nel levigare a mano pezzi pesanti su molatrici a colonna, l'utilizzo di una superficie per appoggiare il pezzo consentirà al lavoratore di guidarlo semplicemente fino alla mola invece di sopportarne l'intero peso;
- possono essere applicati tendicatena (cosiddetti bilancieri) e manipolatori per sostenere utensili vibratori, ad esempio perforatrici, molatrici, avvitatori, inchiodatrici (in taluni casi) e scalpelli pneumatici, evitando all'operatore di sostenere il peso dell'utensile;
- modifiche della struttura e del materiale della superficie di presa di una molatrice possono consentire all'operatore di esercitare una forza di presa minore per sostenere e azionare l'utensile;
- l'utilizzo di tecniche quali il taglio degli alberi con attrezzature da banco, in cui la motosega scorre lungo il tronco durante la potatura, invece di dover continuamente sorreggere tutto il peso dell'attrezzo.

3.3.5 Informazione e formazione dei lavoratori

È importante fornire agli operatori ed ai supervisori informazioni con riguardo:

- a potenziali lesioni indotte dalle attrezzature di lavoro utilizzate;
- ai valori limite di esposizione e ai valori di esposizione che fanno scattare l'azione;
- ai risultati della valutazione del rischio associato alle vibrazioni e di qualsivoglia misurazione delle stesse;
- alle misure di controllo adottate, volte ad eliminare o ridurre i rischi derivanti da vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio;
- ai modi di lavoro sicuri per ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni meccaniche;
- all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di lesioni;
- all'utilità e ai metodi per segnalare la necessità di una revisione dell'attrezzatura;
- al modo e al momento in cui scartare utensili ausiliari o materiale consumabile che contribuiscono ad accrescere in maniera eccessiva l'esposizione;
- alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a un controllo della loro salute.

Affinché le misure di controllo siano efficaci occorre dar ascolto agli operatori di attrezzature e processi che generano vibrazioni. Nell'applicare le misure di controllo vanno sentiti i lavoratori e i loro rappresentanti. I lavoratori hanno il dovere di collaborare con il datore di lavoro che decide gli interventi da adottare nel rispetto delle direttive in materia di salute e sicurezza.

Va loro impartita un'adeguata formazione nelle tecniche di lavoro, ad esempio per ridurre la forza prensile, di spinta o di guida esercitata e garantire un funzionamento sicuro e ottimale dell'attrezzatura. Essi vanno inoltre addestrati a riconoscere quando un macchinario ha bisogno di essere revisionato.

Nel maneggiare certi strumenti l'operatore deve posizionare correttamente le mani per evitare un'amplificazione dell'esposizione alle vibrazioni. Molti utensili con dispositivi antivibrazioni, come i martelli perforatori con impugnatura ammortizzata, emettono forti vibrazioni se l'addetto esercita una forza di spinta eccessiva (succede anche coi martelli pneumatici se si sollevano quando sono in funzione, ad esempio per estrarre il piccone).

Sarà il fabbricante a dare consigli sulla formazione necessaria e ed eventualmente ad impartirla al personale addetto. Un consiglio rivolto ai lavoratori può essere di appoggiare, per quanto possibile, l'utensile utilizzato sul materiale o oggetto su cui sta lavorando (o su qualsivoglia altro appoggio disponibile se il manufatto è retto con la mano) e di impugnarlo in maniera leggera, ma sicura.

Sarà necessario assicurare un'adeguata formazione e supervisione affinché i lavoratori proteggano se stessi dal pericolo di contrarre malattie connesse con le vibrazioni. Essi vanno incoraggiati a segnalare ogni sintomo riconducibile alla presenza di vibrazioni o all'uso di utensili meccanici ed altro. Un'eventuale loro partecipazione ad un programma di sorveglianza sanitaria può essere l'occasione adatta per affrontare individualmente e periodicamente la questione delle vibrazioni e dei relativi pericoli e le possibilità di contenere il loro effetto nocivo.

I lavoratori vanno inoltre informati dell'impatto di attività non lavorative sui rischi per la loro salute, nonché stimolati a smettere di fumare o a fumare meno, in quanto il fumo può provocare disturbi circolatori. Inoltre, i lavoratori devono sapere che l'uso di macchine utensili elettriche per lavori di bricolage a casa o altre attività, come andare in moto, amplificano l'esposizione giornaliera alle vibrazioni e aumentano il rischio di lesioni a loro carico, indotte da vibrazioni al sistema mano-braccio.

3.3.6 Orari di lavoro

Per controllare i rischi associati a vibrazioni al sistema mano-braccio potrebbe essere necessario limitare il tempo di esposizione dei lavoratori alle vibrazioni prodotte da certi strumenti o certe lavorazioni. Si raccomanda di pianificare il lavoro di modo che i lavoratori non siano esposti alle vibrazioni per periodi lunghi e ininterrotti.

Occorre assicurarsi che la cadenza del lavoro sia oggetto di un'adeguata supervisione affinché i lavoratori non ricadano in modelli di lavoro antiquati. Qualora il salario sia in funzione dei risultati raggiunti, vanno concepite cadenze di lavoro che escludano orari di lavoro intensivi con scarse interruzioni dell'esposizione.

3.3.7 Misure di protezione collettiva

Quando, in un luogo di lavoro, sono presenti lavoratori di più imprese, i rispettivi datori di lavoro devono cooperare all'attuazione delle disposizioni relative alla sicurezza ed alla salute. Ad esempio, un'impresa potrebbe assumersi la responsabilità di acquistare o noleggiare macchinari scarsamente vibranti se utilizzati da più appaltatori che operano nello stesso cantiere.

3.3.8 Indumenti di lavoro e protezione personale

I dispositivi di protezione individuale costituiscono l'ultima delle risorse disponibili per proteggersi contro i pericoli sul lavoro e vanno considerati un mezzo di controllo sul lungo periodo solo una volta analizzate tutte le altre soluzioni.

Protezione contro le vibrazioni

I guanti in commercio, certificati come "anti-vibrazioni", devono recare il marchio CE e l'indicazione di essere stati omologati e di essere risultati conformi alle prescrizioni della norma EN ISO 10819:1997. Tale norma, però, non fornisce dati dettagliati sull'efficacia dei guanti; pertanto, occorre valutare separatamente la protezione che offrono i guanti antivibrazioni, come previsto dalla direttiva relativa alle attrezzature di protezione individuale del 1992).

I guanti antivibranti non attenuano in maniera significativa il rischio a frequenze inferiori a 150Hz (9000 giri/minuto). Ciò significa che, per quanto riguarda la maggior parte degli utensili elettrici portatili, l'effetto limitativo dell'ampiezza delle vibrazioni ponderata in frequenza, prodotto da tali guanti, è trascurabile. Essi possono attenuare fino ad un certo punto l'emissione di vibrazioni di utensili che funzionano ad alta velocità rotatoria (o che generano vibrazioni ad alta frequenza) e sono retti con un'impugnatura leggera. Tuttavia, tale limitazione del rischio non è facilmente quantificabile e, pertanto, non si deve far affidamento sull'uso dei guanti per proteggere il lavoratore contro le vibrazioni mano-braccio.

Protezione contro il freddo

La bassa temperatura corporea aumenta il rischio di insorgenza della sindrome del "dito bianco" a causa di una ridotta circolazione sanguigna. Pertanto, quando fa freddo, va evitato, nella misura del possibile, il lavoro all'aperto. Qualora non si possa evitare, vanno utilizzate macchine, come ad esempio le motoseghe, dotate di impugnature termiche che aiutano a mantenere calde le mani.

La temperatura di un ambiente di lavoro interno deve offrire un confort ragionevole, senza il bisogno di indossare indumenti speciali, e deve essere almeno di 16°C. Vanno evitate macchine che possano raffreddare le mani, ad esempio rivestite in acciaio o utensili pneumatici che scaricano aria fredda sulle mani dell'operatore.

In presenza di un maggior rischio di vibrazioni mano-braccio a causa dell'esposizione al freddo, il datore di lavoro deve fornire al dipendente indumenti e guanti caldi. È opportuno valutare l'idoneità e l'efficacia di simili guanti e altri capi di abbigliamento per mantenere caldi e asciutti le mani e il corpo nell'ambiente lavorativo.

3.3.9 Manutenzione

La revisione regolare di utensili elettrici e di altre attrezzature di lavoro è spesso utile per ridurre al minimo la grandezza delle vibrazioni, per cui occorre:

- mantenere affilati gli utensili da taglio;
- riallestire adeguatamente le mole abrasive, seguendo i consigli del fabbricante;
- lubrificare tutti gli elementi mobili conformemente alle indicazioni del fabbricante;
- sostituire pezzi usurati;
- effettuare le verifiche e le correzioni di corrispondenza necessarie;
- sostituire le montature antivibrazioni e le maniglie flessibili prima che il loro stato si deteriori. (verificare eventuali deterioramenti o incrinature, rigonfiamenti e rammollimenti o indurimenti delle montature in gomma);
- controllare e sostituire le masse smorzanti, i cuscinetti e gli ingranaggi difettosi;
- affilare i denti della catena della motosega e provvedere a che la tensione della catena sia quella giusta;
- regolare i motori.

3.4 CONTROLLO E VALUTAZIONE

La gestione dell'esposizione alle vibrazioni è un processo continuativo. Si deve garantire che i sistemi di controllo siano debitamente applicati e che diano i risultati attesi.

Nel presente capitolo esaminiamo come monitorare i controlli delle vibrazioni e quando ripetere la valutazione del rischio.

3.4.1 Come accertare l'efficacia dei controlli delle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio?

Occorre verificare periodicamente i sistemi di controllo delle vibrazioni per assicurarsi che siano ancora pertinenti ed efficaci. È necessario:

- verificare regolarmente che i quadri e i lavoratori persistano nell'attuazione del programma di controlli predisposto;
- discutere regolarmente con quadri, supervisori, lavoratori, addetti alla sicurezza e rappresentanti del personale di eventuali problemi legati alle vibrazioni derivanti dall'uso delle attrezzature o dalle modalità del loro utilizzo;
- verificare i risultati della sorveglianza sanitaria e consultarsi con i prestatori di servizi medico-sanitari circa l'efficacia di tali controlli e l'eventualità di un cambiamento.

3.4.2 Quando è necessario procedere ad una nuova valutazione dei rischi?

Occorre riconsiderare i rischi derivanti dalle vibrazioni e i sistemi per controllarli, ogniqualvolta intervengano cambiamenti nel posto di lavoro suscettibili di influire sul livello di esposizione, ad esempio:

- introduzione di nuovi macchinari o processi;
- modifiche nella cadenza di lavoro o nei metodi di lavoro;
- variazioni nella durata dell'impiego di attrezzature vibranti;
- applicazione di nuove misure di controllo delle vibrazioni.

Occorrerà inoltre riesaminare i rischi qualora, in seguito, ad esempio, a controlli sanitari, sia dimostrata l'inefficacia dei controlli esistenti.

Il grado di riesame dipenderà dalla natura dei cambiamenti intervenuti e dal numero di persone interessate. Una variazione nell'orario o nelle cadenze di lavoro può richiedere un nuovo calcolo dell'esposizione giornaliera degli addetti, ma non modificherà necessariamente il grado di intensità delle vibrazioni. L'introduzione di nuovi macchinari o processi può richiedere una rivalutazione completa.

È buona pratica riesaminare periodicamente la valutazione dei rischi e le procedure di lavoro applicate, anche in assenza di espliciti mutamenti. Novità nella tecnologia, nella progettazione delle macchine o nei metodi operativi riguardanti il proprio comparto industriale potrebbero consentire di ridurre ulteriormente i rischi.

CAPITOLO 4 SORVEGLIANZA SANITARIA

Il controllo della salute consiste nell'applicare metodiche sistematiche, regolari e appropriate per individuare problemi di salute connessi col lavoro e nell'attuare interventi mirati. Gli obiettivi sono fondamentalmente la salvaguardia della salute dei lavoratori (ad esempio, identificando e proteggendo le persone che corrono i maggiori rischi) e la verifica dell'efficacia a lungo termine delle misure di controllo.

Il compito di controllare la salute è di chiara competenza nazionale e i metodi di attuazione di tale controllo nell'Unione europea non sono uniformi. La presente guida non intende fornire un orientamento definitivo al riguardo. Nel capitolo 4 si riaffermano le prescrizioni in materia di controllo della salute stabilite nella direttiva sulle vibrazioni e si riesaminano alcune tecniche di valutazione disponibili.

Alcune tecniche di controllo sanitario con riguardo alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio sono illustrate nell'allegato F.

4.1 QUANDO È NECESSARIO UN CONTROLLO SANITARIO?

Gli Stati membri adottano disposizioni intese a garantire un adeguato controllo della salute dei lavoratori allorché dall'esito della valutazione dei rischi associati alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio risulti un rischio per la loro salute. Dette misure, compresi i requisiti specificati per la documentazione medica e la relativa disponibilità, sono introdotte in base alle legislazioni e/o prassi nazionali.

Se la valutazione del rischio rivela la presenza di rischi per la salute dei lavoratori i datori di lavoro devono predisporre una sorveglianza sanitaria adeguata. Occorre effettuare controlli della salute dei lavoratori a rischio di lesioni indotte da vibrazioni quando:

- l'esposizione del lavoratore alle vibrazioni è tale che si possa stabilire un nesso tra detta esposizione e una data patologia o effetti nocivi per la salute,
- è probabile che la malattia o gli effetti sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore, e
- esistono tecniche sperimentate che consentono di individuare la malattia o gli effetti nocivi per la salute.

In ogni caso, i lavoratori esposti ad un livello di vibrazioni meccaniche superiore al valore d'esposizione giornaliero che dà luogo ad un'azione hanno diritto ad essere sottoposti a sorveglianza sanitaria adeguata.

4.2 CHE TIPO DI DOCUMENTAZIONE È NECESSARIA?

Gli Stati membri prendono le misure atte a garantire che per ciascun lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria sia tenuta e venga aggiornata una documentazione medica personale, contenente un riepilogo dei risultati dei controlli sanitari effettuati. Essa è conservata in una forma idonea, che ne consenta la successiva consultazione, nel rispetto del segreto medico.

Su richiesta è fornita alle autorità competenti copia della documentazione appropriata. Il singolo lavoratore ha accesso, su richiesta, alla documentazione sanitaria che lo riguarda personalmente.

4.3 COSA FARE SE SI ACCERTA UN PROBLEMA DI SALUTE?

Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli che un lavoratore soffre di una malattia o affezione identificabile che un medico o uno specialista di medicina del lavoro attribuisce all'esposizione a vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro:

Informazione del lavoratore

Il medico o altra persona debitamente qualificata comunica al lavoratore i risultati del controllo sanitario che lo riguardano personalmente. Egli riceve in particolare le informazioni e i pareri relativi al controllo sanitario cui dovrà sottoporsi nel periodo successivo all'esposizione.

Informazione del datore di lavoro

Il datore di lavoro è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto medico.

Interventi del datore di lavoro

- sottoporre a revisione la valutazione dei rischi derivanti dalle vibrazioni al sistema mano-braccio;
- esaminare le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni mano-braccio;
- tener conto del parere dello specialista di medicina del lavoro o di altra persona adeguatamente qualificata, ovvero dell'autorità competente, nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio derivante dall'esposizione alle vibrazioni mano-braccio, compresa la possibilità di assegnare il lavoratore ad attività alternative che non comportano rischio di ulteriore esposizione; e
- organizzare una sorveglianza sanitaria continua e prendere misure affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione simile. In tali casi il medico competente o lo specialista di medicina del lavoro, ovvero l'autorità competente, può proporre che i soggetti esposti siano sottoposti a esame medico.

Sintesi degli obblighi definiti dalla direttiva 2002/44/CE

TABELLA A.1 SINTESI DEGLI OBBLIGHI DEFINITI DALLA DIRETTIVA 2002/44/CE

Articolo della direttiva	*Da parte di chi?*	*In quale evenienza?*	*Obbligo*
Articolo 4	Datore di lavoro	Rischio potenziale derivante da vibrazioni mano-braccio	**Determinazione e valutazione dei rischi** ✓ *Ricorrere all'aiuto di una persona o di un organismo qualificati per valutare i rischi derivanti dalle vibrazioni mano-braccio.* ✓ *Disporre dei risultati della valutazione dei rischi.* ✓ *Determinare le misure necessarie per controllare l'esposizione, nonché l'informazione e la formazione da dispensare ai lavoratori.* ✓ *Mantenere costantemente aggiornata la valutazione dei rischi.*
Articolo 5	Datore di lavoro	Rischi derivanti dalle vibrazioni	**Prevenzione o riduzione dell'esposizione:** ✓ *Prendere provvedimenti di carattere generale per eliminare l'esposizione o ridurla al minimo*
		Esposizioni superiori al **valore di esposizione che fa scattare l'azione**	✓ *Stabilire e applicare un programma di misure tese a eliminare o ridurre al minimo le esposizioni alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio*
		Esposizioni superiori al valore **limite di esposizione**	✓ *Prendere provvedimenti immediati per evitare esposizioni che superino il valore limite* ✓ *Individuare le cause del superamento del valore limite di esposizione*
		Lavoratori a rischio particolarmente esposti	✓ *Adattare le misure alle esigenze dei lavoratori a rischio particolarmente esposti*
Articolo 6	Datore di lavoro	Lavoratori esposti ai rischi derivanti da vibrazioni mano-braccio	**Informazione e formazione dei lavoratori:** ✓ *Dirette a tutti i lavoratori esposti a rischi associati a vibrazioni mano-braccio*
Articolo 7	Datore di lavoro	Lavoratori esposti ai rischi derivanti da vibrazioni mano-braccio	**Consultazione e partecipazione dei lavoratori:** ✓ *Consultare, in modo equilibrato e tempestivamente, i lavoratori ed i loro rappresentanti in merito alla valutazione dei rischi, alle misure di controllo, alla sorveglianza sanitaria e alla formazione.*
Articolo 8	Medico o altra persona debitamente qualificata	Nel caso si individui un problema di salute	**Sorveglianza sanitaria:** ✓ *Informare il lavoratore dell'esito della sorveglianza sanitaria* ✓ *Informare e consigliare il lavoratore sul controllo sanitario cui dovrà sottoporsi nel periodo successivo all'esposizione* ✓ *Trasmettere al datore di lavoro i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria*
	Datore di lavoro	Nel caso si individui un problema di salute	✓ *Sottoporre a revisione la valutazione dei rischi* ✓ *Eliminare o ridurre ulteriormente i rischi* ✓ *Riesaminare lo stato di salute dei lavoratori che hanno subito un'esposizione simile.*
	Datore di lavoro	Esposizioni superiori al valore **d'esposizione che fa scattare l'azione**	✓ *I lavoratori hanno diritto ad essere sottoposti ad un controllo sanitario adeguato.*

ALLEGATO B Cosa si intende per "vibrazioni"?

B.1 COSA SONO LE "VIBRAZIONI"?

Le vibrazioni si hanno quando un corpo oscilla sotto la spinta di forze esterne e interne (figura B.1). Nel caso delle vibrazioni mano-braccio sono l'impugnatura di una macchina utensile o la superficie del pezzo su cui si lavora che vibrano fortemente e che trasmettono tale movimento alla mano e al braccio dell'operatore.

Figura B.1
Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio

B.2 COSA SI MISURA?

La vibrazione è definita dalla sua entità e dalla sua frequenza. L'ampiezza della vibrazione potrebbe essere espressa in spostamento (in metri), velocità (in metri al secondo) o accelerazione di vibrazione (in metri al secondo quadro o m/s^2). I risultati della maggior parte dei trasduttori di vibrazione sono correlati con l'accelerazione; pertanto, tradizionalmente si utilizza l'accelerazione per descrivere la vibrazione.

Per avere un quadro completo della vibrazione su una superficie, è necessario misurare l'accelerazione lungo i tre assi, come indicato nella figura B.2.

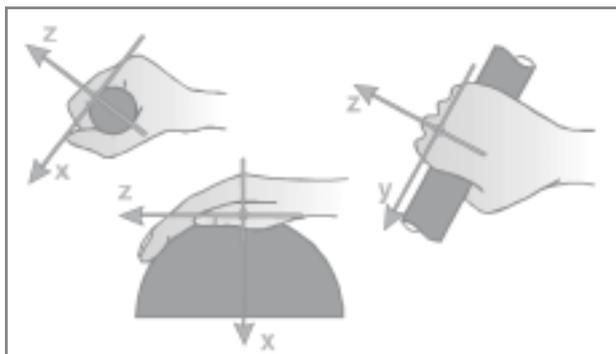



Figura B.2 - Assi di misurazione della vibrazione mano-braccio

B.3 COSA SI INTENDE PER "FREQUENZA" E "PONDERAZIONE IN FREQUENZA"?

La frequenza rappresenta il numero di moti oscillatori eseguiti al secondo da un corpo vibrante. Essa è espressa in cicli al secondo, più noti col nome di hertz (abbreviato in Hz). Per utensili rotanti la frequenza dominante è determinata di solito dalla velocità alla quale essi ruotano (espressa normalmente in numero di giri al minuto o rpm; la frequenza in Hz si ottiene dividendo i rpm per 60).

Per le vibrazioni mano-braccio, le frequenze considerate importanti sono comprese tra 8 e 1000 Hz. Tuttavia, poiché il rischio di danno non è lo stesso per tutte le frequenze, per rappresentare la probabilità di danno alle diverse frequenze si applica il metodo della *ponderazione in frequenza*. Di conseguenza, l'accelerazione ponderata diminuisce con l'aumentare della frequenza. Per le vibrazioni mano-braccio si utilizza solo una curva di ponderazione in frequenza determinata su tutti e tre gli assi.

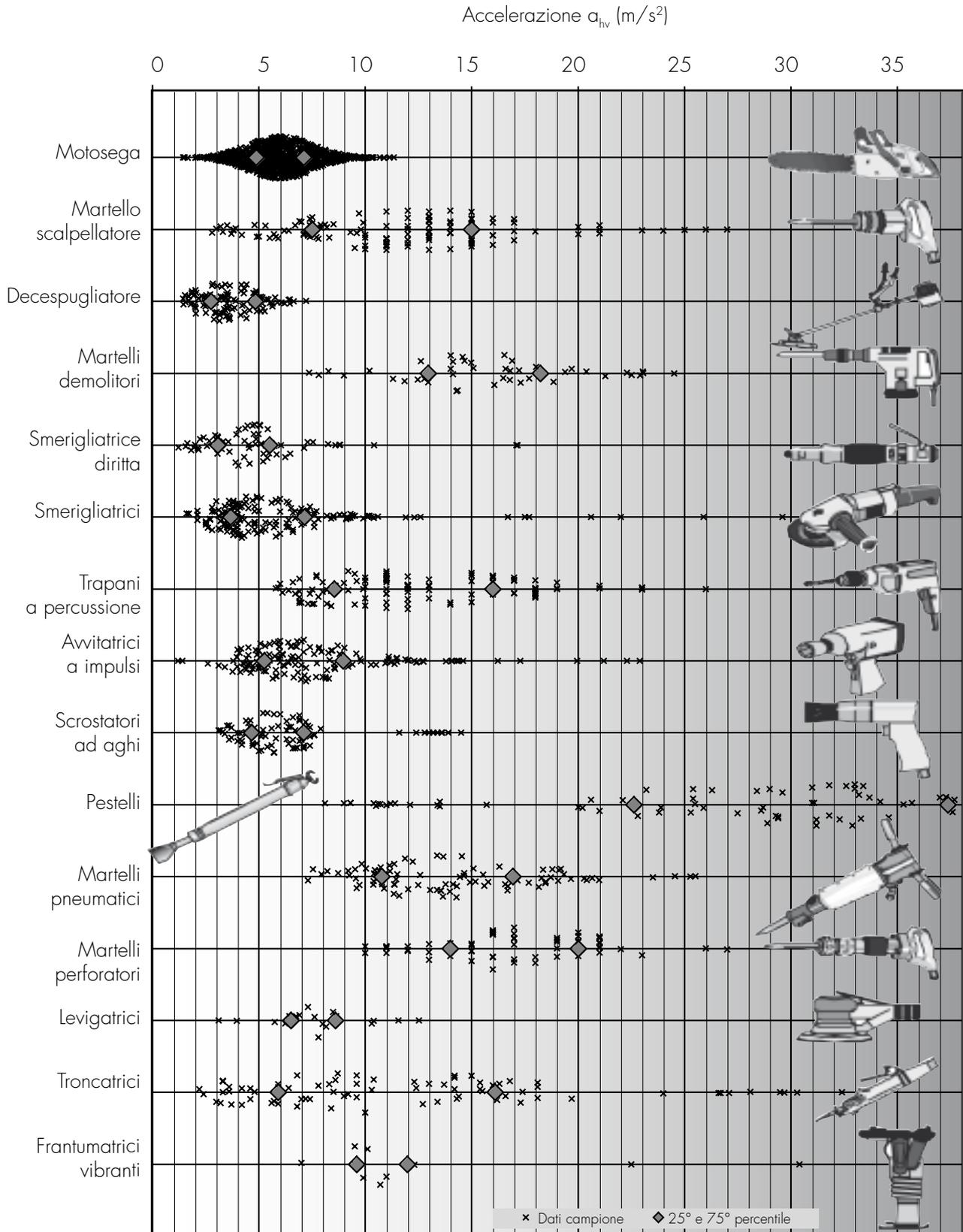
B.4 SULLA BASE DI QUALI PARAMETRI SI VALUTA L'ESPOSIZIONE?

Si misurano le medie quadratiche di accelerazione ponderata in frequenza, indicate come per ciascun asse di vibrazione. Il *valore totale di vibrazione* che combina i tre valori a_{hw} determinati lungo gli assi (x), (y) e (z), è il valore utilizzato per calcolare l'esposizione, secondo la seguente formula:

$$a_{hv}=\sqrt{a^2_{hwx}+a^2_{hwy}+a^2_{hwz}}$$

La figura B.3 riporta alcuni esempi di valori totali di vibrazione per le macchine utensili elettriche portatili di uso comune.

FIGURA B.3 ESEMPI DI GRANDEZZE DI VIBRAZIONI PRODOTTE DA UTENSILI D'USO COMUNE

Campione di dati basati su misurazioni dei valori totali di vibrazione ahv (vedasi capitolo 2.3), effettuate sul campo dall'HSL e dall'INRS tra il 1997 e il 2005. Tali dati sono riportati a titolo puramente indicativo e non sono rappresentativi dell'impiego delle macchine in tutte le condizioni.
Il 25mo e 75mo punto percentile indicano ampiezze vibratorie che corrispondono o sono inferiori rispettivamente al 25% o al 75% dei valori misurati.

B.5 Quali strumenti utilizzare?

Gli apparecchi di misurazione delle vibrazioni trasmesse all'arto superiore devono essere conformi alle specifiche della norma ISO 8041:2005 relativa agli strumenti di misura delle vibrazioni mano-braccio. Occorre selezionare con cura gli accelerometri (trasduttori di vibrazioni). Le vibrazioni prodotte da macchine tenute e condotte manualmente possono essere molto forti e sovraccaricare facilmente trasduttori inadatti. Per fissare trasduttori all'impugnatura della macchina sono necessari sistemi di montaggio rigidi, leggeri e compatti. La norma EN ISO 5349-2:2001 contiene altre informazioni e consigli utili sulla scelta dei trasduttori e delle tecniche di installazione.

Riferimenti normativi:

EN ISO 5349-2:2001 Vibrazioni meccaniche — Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano – Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro.

ALLEGATO C Rischi per la salute, segni e sintomi clinici

I lavoratori esposti regolarmente a vibrazioni di intensità e durata eccessive possono soffrire, a lungo termine, di disturbi vascolari alle dita e funzionali a carico dell'apparato neurologico e locomotorio dell'arto superiore. La definizione *sindrome da vibrazione mano-braccio* sta ad indicare queste complesse patologie.

La sindrome da vibrazione al sistema mano-braccio incide sulla vita sociale e familiare dell'individuo. Problemi vascolari possono presentarsi periodicamente non solo durante il lavoro, ma anche durante varie attività, ad esempio il lavaggio della macchina o la partecipazione a manifestazioni sportive all'aperto. Può diventare difficile svolgere azioni che si compiono normalmente, come sbottonare o abbottonare vestiti.

Studi epidemiologici hanno dimostrato che la probabilità di insorgenza e la gravità della sindrome del dito bianco dipendono dalle caratteristiche dell'esposizione alle vibrazioni e dalla sua durata, dalla tipologia di utensile utilizzato e dalle modalità operative, dall'ambiente di lavoro (temperatura, corrente d'aria, umidità, rumore), da alcuni fattori biodinamici e ergonomici (forza prensile, forza di spinta, posizione del braccio) e da diverse caratteristiche individuali (suscettibilità, malattie e agenti, quali il fumo e l'assunzione di certi farmaci che influiscono sulla circolazione periferica).

I problemi di natura vascolare e neurologica e le anomalie ossee e articolari causate da vibrazioni al sistema mano-braccio sono malattie professionali riconosciute in molti paesi europei.

C.1 Disturbi di natura vascolare

I lavoratori esposti alle vibrazioni mano-braccio possono lamentare episodi di sindrome del "dito bianco", in genere scatenata dall'esposizione al freddo. Tale sintomo è causato da un'interruzione temporanea della circolazione sanguigna nelle dita.

Per descrivere i disturbi vascolari provocati dalle vibrazioni sono stati utilizzati termini diversi:

- dito morto o bianco;
- fenomeno di Raynaud di origine professionale;
- dito bianco indotto da vibrazioni.

Gli episodi iniziali di tale sindrome interessano la punta di un dito o di più dita, ma se l'esposizione alle vibrazioni permane, la sindrome può estendersi alla base delle dita. Quando il sangue riprende a fluire (in genere col calore o tramite un massaggio locale) le dita diventano rosse e sono spesso doloranti. Gli episodi di questa sindrome sono più frequenti d'inverno che d'estate. La loro durata varia, in funzione dell'intensità degli stimoli delle vibrazioni, da alcuni minuti a un'ora e più.

Se l'esposizione continua, gli episodi della sindrome si intensificheranno e interesseranno una parte più ampia delle dita. Gli episodi possono insorgere nel corso di tutto l'anno a causa anche solo di lievi abbassamenti della temperatura. Durante tali episodi, il lavoratore affetto può accusare la perdita completa della sensibilità tattile e della destrezza manuale, il che può interferire con lo svolgimento della sua attività lavorativa e aumentare il rischio di incidente con lesioni gravi.

C.2 Disturbi di natura neurologica

I lavoratori esposti alle vibrazioni mano-braccio possono avere sensazioni di formicolio e intorpidimento nelle dita della mano. Se l'esposizione alle vibrazioni persiste, tali sintomi tendono a peggiorare, fino ad interferire con la capacità lavorativa e le normali attività quotidiane. I lavoratori esposti possono soffrire di una riduzione della sensibilità tattile e termica, nonché di una minore abilità manuale.

C.3 Sindrome del tunnel carpale

Uno studio epidemiologico condotto sui lavoratori ha rivelato che l'utilizzo di utensili vibranti in combinazione con movimenti ripetitivi, forte presa, posizioni disagevoli può aumentare il rischio di insorgenza della sindrome del tunnel carpale.

C.4 Disturbi muscoloscheletrici

I lavoratori esposti a prolungate esposizioni alle vibrazioni possono lamentare indebolimento muscolare, dolori alla mano e al braccio e calo della forza muscolare. Tali disturbi sembrano essere correlati con fattori di stress di natura ergonomica derivanti da un duro lavoro manuale.

Si è accertata una presenza eccessiva di casi di osteoartrite a carico del polso e del gomito e di calcificazione dei tessuti molli negli innesti dei tendini, principalmente al gomito, di minatori, addetti alla costruzione stradale e utilizzatori di utensili di tipo percussorio per la lavorazione dei metalli.

Tra gli altri disturbi segnalati da lavoratori esposti alle vibrazioni figurano le infiammazioni ai tendini (tendiniti) e al tessuto sinoviale (sinoviti) degli arti superiori e la contrattura di Dupuytren, malattia dei tessuti fasciali del palmo della mano.

ALLEGATO D Strumenti per calcolare l'esposizione giornaliera

D.1 STRUMENTI DISPONIBILI IN RETE

In rete sono disponibili alcuni calcolatori in rete che facilitano il conteggio dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni, ad esempio:

http://www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm

http://www.db.umu.se/kalkylator.aspx?calc=hav&lang=en

http://www.hvbg.de/d/bia/pra/softwa/kennwertrechner/index.html

D.2 GRAFICO DELL'ESPOSIZIONE GIORNALIERA

Il grafico della figura D.1 indica un semplice metodo alternativo per determinare le esposizioni giornaliere o le esposizioni parziali alle vibrazioni senza la necessità di un calcolatore.

Nel grafico si considera semplicemente la linea A(8) o appena al di sopra di questa, dove coincidono le linee del valore dell'entità della vibrazione e del tempo di esposizione.

La zona della figura D.1 contrassegnata in grigio scuro indica le esposizioni probabilmente al di sotto del valore di esposizione che fa scattare l'azione. Tali esposizioni non devono considerarsi "sicure". Vi può essere un rischio di lesione indotto da esposizioni a vibrazioni mano-braccio inferiori al valore di esposizione che dà luogo all'azione; alcune esposizioni nella zona grigio scuro possono causare lesioni in alcuni lavoratori, in particolare dopo molti anni di esposizione.

D.3 NOMOGRAMMA DELL'ESPOSIZIONE GIORNALIERA

Il nomogramma della figura D.2 fornisce un metodo alternativo semplice per determinare l'esposizione giornaliera alle vibrazioni, senza bisogno di equazioni. Per ciascun utensile o processo:

1. Tracciare una linea dal punto della scala di sinistra (che rappresenta la grandezza della vibrazione) fino ad un punto della scala di destra (che rappresenta il tempo di esposizione).

2. Leggere le esposizioni parziali nei punti in cui le linee incrociano la scala centrale.

3. Elevare al quadrato ciascun valore parziale di esposizione alle vibrazioni;

4. Sommare i valori quadratici;

5. Il valore totale dell'esposizione giornaliera A(8) si ottiene estraendo la radice quadrata del risultato.

FIGURA D.1 GRAFICO DELL'ESPOSIZIONE GIORNALIERA

Figura D.2 Nomogramma dell'esposizione alle vibrazioni al sistema mano-braccio

Istruzioni

Tracciare per ciascuna esposizione una linea tra l'accelerazione ponderata e la durata dell'esposizione. Leggere il valore dell'esposizione parziale A(8) o il numero dei punti di esposizione dal punto in cui la linea incrocia la scala mediana. Inserire i valori nella tabella appropriata sottostante:

Per i valori $A(8)_i$:
Elevare i valori al quadrato e sommare i valori. La radice quadrata di tale somma equivale all'esposizione complessiva giornaliera alle vibrazioni A(8)

Per i valori n_i:
Sommare i risultati ottenuti per avere il numero totale dei punti n giornalieri Utilizzare la scala centrale per convertire il valore n in valore A(8)

	$A_i(8)$	$A_i(8)^2$
Esposizione 1		
Esposizione 2		
Esposizione 3		
Esposizione 4		
Esposizione 5		
$\sum A_i(8)^2$ =		
$A(8) = \sqrt{\sum A_i(8)^2}$ =		

	n_i
Esposizione 1	
Esposizione 2	
Esposizione 3	
Esposizione 4	
Esposizione 5	
$n = \sum n_i$ =	
A(8) =	

D.4 SISTEMA DEI PUNTI DI ESPOSIZIONE

La gestione dell'esposizione alle vibrazioni al sistema mano-braccio può essere semplificata mediante un sistema di "punti" di esposizione. Per ogni utensile o processo il numero di punti di esposizione accumulati in un'ora ($P_{E,1h}$ in punti all'ora) è determinato sulla base dell'entità di vibrazione a_{hv} espressa in m/s^2 applicando la seguente formula:

$$P_{E,1h} = 2a^2_{hv}$$

Per stabilire il punteggio massimo dell'esposizione di una persona in un dato giorno si sommano semplicemente i punti di esposizione.

I punteggi corrispondenti al valore di azione connesso con l'esposizione e al valore limite di esposizione sono:

- valore di esposizione che dà luogo all'azione ($2,5\ m/s^2$) = 100 punti;
- valore limite di esposizione ($5\ m/s^2$) = 400 punti.

In genere il numero di punti di esposizione, P_E, è definito da:

$$P_E = \left(\frac{a_{hv}}{2,5 m/s^2}\right)^2 \frac{T}{8\ ore}\ 100$$

laddove a_{hv} corrisponde al livello di vibrazione in m/s^2 e T alla durata dell'esposizione in ore.

La figura D.3 indica in alternativa un semplice metodo per calcolare i punti di esposizione.

L'esposizione giornaliera $A(8)$, può essere calcolata partendo dal punto di esposizione applicando la seguente formula:

$$A(8) = 2,5 m/s^2 \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

FIGURA D.3 TABELLA DEI PUNTI DI ESPOSIZIONE (VALORI ARROTONDATI)

Accelerazione (m/s²)	5m	15m	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h
20	67	200	400	800	1600	2400	3200	4000	4800	6400	8000
19,5	63	190	380	760	1500	2300	3050	3800	4550	6100	7600
19	60	180	360	720	1450	2150	2900	3600	4350	5800	7200
18,5	57	170	340	685	1350	2050	2750	3400	4100	5500	6850
18	54	160	325	650	1300	1950	2600	3250	3900	5200	6500
17,5	51	155	305	615	1250	1850	2450	3050	3700	4900	6150
17	48	145	290	580	1150	1750	2300	2900	3450	4600	5800
16,5	45	135	270	545	1100	1650	2200	2700	3250	4350	5450
16	43	130	255	510	1000	1550	2050	2550	3050	4100	5100
15,5	40	120	240	480	960	1450	1900	2400	2900	3850	4800
15	38	115	225	450	900	1350	1800	2250	2700	3600	4500
14,5	35	105	210	420	840	1250	1700	2100	2500	3350	4200
14	33	98	195	390	785	1200	1550	1950	2350	3150	3900
13,5	30	91	180	365	730	1100	1450	1800	2200	2900	3650
13	28	85	170	340	675	1000	1350	1700	2050	2700	3400
12,5	26	78	155	315	625	940	1250	1550	1900	2500	3150
12	24	72	145	290	575	865	1150	1450	1750	2300	2900
11,5	22	66	130	265	530	795	1050	1300	1600	2100	2650
11	20	61	120	240	485	725	970	1200	1450	1950	2400
10,5	18	55	110	220	440	660	880	1100	1300	1750	2200
10	17	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000
9,5	15	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800
9	14	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600
8,5	12	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450
8	11	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300
7,5	9	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150
7	8	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980
6,5	7	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845
6	6	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720
5,5	5	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605
5	4	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500
4,5	3	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405
4	3	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320
3,5	2	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245
3	2	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180
2,5	1	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125

Durata dell'esposizione giornaliera

D.5 Sistema di segnali cromatici

Alcuni datori di lavoro, assieme ai fabbricanti e fornitori di macchine, hanno messo a punto un sistema di segnali verdi, gialli e rossi che prevede che ciascun utensile sia contrassegnato da un codice cromatico delle vibrazioni mano-braccio, in funzione dell'entità di vibrazione prevista del macchinario in funzione; un esempio di tale schema di codifica figura nella tabella D.4.

Affinché possano operare una scelta rapida e decidere il tempo di utilizzo dell'utensile, i lavoratori vengono debitamente informati di tale schema.

Tabella D.4
Esempio di schema di codifica per sistemi di segnaletica cromatica

Codice cromatico	*Valore d'azione (2,5m/s²) raggiunto dopo*	*Valore limite (5m/s²) raggiunto dopo*
Rosso	Meno di 30 min	meno di 2 ore
Giallo	da 30 minuti a 2 ore	da 2 a 8 ore
Verde	più di 2 ore	più di 8 ore

La riuscita del sistema cromatico dipende dalla qualità dei dati utilizzati per determinare il colore di ciascuna macchina. Il sistema può essere istituito sulla base di misurazioni o sui valori di emissione vibratoria dichiarati dal fabbricante. Se si utilizzano questi ultimi, occorre applicare un coefficiente moltiplicativo compreso tra 1 e 2 per compensare l'incertezza dei risultati prodotti dalle prove normalizzate sulle emissioni (vedasi capitolo 2.3.1).

L'utilizzo di una macchina contrassegnata dal colore verde significa che i valori di esposizione dovrebbero essere inferiori al valore d'azione o al valore limite. Tali esposizioni non vanno tuttavia considerate "sicure". Anche valori che sono al di sotto del valore che fa scattare l'azione possono risultare nocivi per la salute in presenza di vibrazioni al sistema mano-braccio. Occorre pertanto introdurre altre misure di controllo per assicurare che i lavoratori comprendano e gestiscano correttamente il sistema e che questo sia adeguatamente applicato, onde evitare che gli interessati sviluppino sintomi da vibrazione al sistema mano-braccio.

Allegato E Esempi pratici

E.1 Uso di una sola macchina

L'*esposizione giornaliera alle vibrazioni*, *A*(8), per un lavoratore che esegue una operazione o utilizza un solo utensile può essere calcolata partendo dal livello di esposizione e dalla durata della stessa, sulla base dell'equazione:

$$A(8) = a_{hv}\sqrt{\frac{T}{T_o}}$$

laddove a_{hv} è la grandezza della vibrazione (in m/s²), *T* è la durata dell'esposizione giornaliera alla grandezza di vibrazione a_{hv} e T_0 è il periodo di riferimento di otto ore. Analogamente all'entità di vibrazione, l'esposizione giornaliera alle vibrazioni si esprime in unità di *metri al secondo al quadrato* (m/s²).

Esempio

Un boscaiolo utilizza un decespugliatore per complessive 4½ al giorno. L'entità di vibrazione è di 4m/s². L'esposizione giornaliera *A*(8) corrisponde pertanto a:

$$A(8) = 4\sqrt{\frac{4,5}{8}} = 3\text{m/s}^2$$

ossia un'esposizione giornaliera pari a 3m/s², superiore al valore d'azione ma inferiore al valore limite di esposizione.

E.2 Uso di più macchine

Se una persona è esposta a più sorgenti di vibrazioni, si calcolano per ciascuna sorgente le *esposizioni parziali alle vibrazioni* partendo dalla grandezza e dalla durata dell'esposizione.

L'esposizione giornaliera globale alle vibrazioni può essere calcolata in base ai valori di esposizione parziale alle vibrazioni, applicando la seguente formula:

$$A(8) = \sqrt{A_1(8)^2 + A_2(8)^2 + A_3(8)^2 + \cdots}$$

laddove $A_1(8)$, $A_2(8)$, $A_3(8)$, ecc. sono i valori di esposizione parziale alle vibrazioni riferiti alle diverse sorgenti di vibrazioni.

Esempio

Uno slavatore utilizza tre utensili nella sua giornata lavorativa:

1. Una smerigliatrice angolare: 4m/s² per 2½ ore
2. Una fresa ad angolo: 3 m/s² per 1 ora
3. Un martello scalpellatore: 20 m/s² per 15 minuti

Le esposizioni parziali alle vibrazioni determinate lungo i tre assi sono:

1. Smerigliatrice:

$$A_{Grind}(8) = 4\sqrt{\frac{2,5}{8}} = 2,2\ \text{m/s}^2$$

2. Fresa:

$$A_{Cut}(8) = 3\sqrt{\frac{1}{8}} = 1,1\ \text{m/s}^2$$

3. Scalpellatore:

$$A_{Chip}(8) = 20\sqrt{\frac{15}{8\text{x}60}} = 3,5\ \text{m/s}^2$$

L'esposizione giornaliera alle vibrazioni corrisponde pertanto a:

$$A(8) = \sqrt{A_{Grind}(8)^2 + A_{Cut}(8)^2 + A_{Chip}(8)^2}$$

$$= \sqrt{2,2^2 + 1,1^2 + 3,5^2}$$

$$= \sqrt{4,8 + 1,2 + 12,3} = \sqrt{18,3} = 4,3\ \text{m/s}^2$$

L'esposizione giornaliera pari a 4,3m/s² supera il valore d'azione connesso con l'esposizione, ma resta al di sotto del valore limite di esposizione.

E.3 Esposizione giornaliera: A(8), applicando il sistema di punti di esposizione

(Nota: è lo stesso esempio in cifre riportato nell'allegato E.2 applicando il metodo dei punti di esposizione)

Se si dispone dei valori di accelerazione in m/s²:

Fase1: Determinare i valori dei punti relativamente a ciascuna attività o a ciascun macchinario, utilizzando la figura D.3 per ottenere i punti di esposizione sulla base del valore d'accelerazione e del tempo di esposizione.

Fase2: Calcolare i punti per macchina per ottenere il totale dei punti giornalieri per asse.

Fase3: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni in punti è data dal valore di picco massimo tra quelli dei tre assi.

Esempio

Uno slavatore utilizza nella sua giornata lavorativa tre utensili:

1. Una smerigliatrice angolare: 4m/s² per 2½ ore
2. Una fresa angolare: 3 m/s² per 1 ora
3. Un martello scalpellatore: 20 m/s² per 15 minuti

Fase 1: I punti di esposizione sono, secondo la figura D.3:

Smerigliatrice angolare *(uso di 2½ ore)*	4m/s² per 3* ore = 96 punti
Fresa angolare *(uso 1 ora)*	3m/s² per 1 ora = 18 punti
Martello scalpellatore *(uso 15 minuti)*	20 m/s² per 15 minuti = 200 punti

* 2½ ore non sono indicate nella figura D.3, pertanto si utilizza il valore arrotondato verso l'alto di 3 ore.

Fase 2: Il numero totale de punti di esposizione giornaliera alle vibrazioni per ciascuna macchina sono:

96 + 18 + 200 = 314 punti

Fase 3: L'esposizione giornaliera equivale a 314 punti e supera il valore d'azione connesso con l'esposizione fissato a 100 punti, ma resta al di sotto del valore limite di esposizione fissato a 400 punti.

Se si dispone dei dati relativi ai punti all'ora:

Fase1: Determinare i valori relativi ai punti all'ora relativamente a ciascuna macchina o operazione, sulla scorta dei dati dichiarati dal fabbricante, ricavati da altre fonti o dalle misurazioni.

Fase2: Relativamente a ciascuna macchina o operazione, calcolare i punti giornalieri moltiplicando il numero di punti all'ora per il numero di ore di utilizzo della macchina:

Fase3: L'esposizione giornaliera in punti è data dalla somma dei punti per la singola macchina o operazione.

Esempio

Uno slavatore utilizza nella sua giornata lavorativa tre utensili:

1. Una smerigliatrice angolare: 4m/s² per 2½ ore
2. Una fresa angolare: 3 m/s² per 1 ora
3. Un martello scalpellatore: 20 m/s² per 15 minuti

Fase 1: I punti per valore orario pr ciascuna macchina sono rispettivamente:

Smerigliatrice angolarer	Fresa angolare	Martello scalpellatore
32 punti	18 punti	800 punti

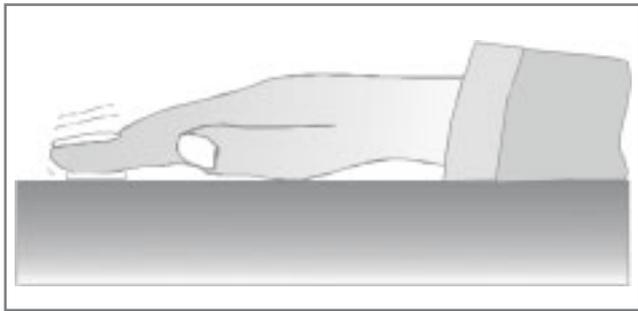
Fase 2: I punti di esposizione sono:

Smerigliatrice angolare *(uso di 2½ ore)*	Fresa angolare *(uso 1 ora)*	Martello scalpellatore *(uso 15 minuti)*
32 x 2.5 = 80	18 x 1 = 18	800 x 0.25 = 200

Fase 3: L'esposizione giornaliera in punti per ciascuna macchina equivale a:

Fase 4: 80 + 18 + 200 = 298 punti

Fase 5: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni equivale a 298 punti e supera il valore d'azione connesso con l'esposizione fissato a 100 punti, ma resta al di sotto del valore limite di esposizione fissato a 400 punti.

ALLEGATO F Tecniche di sorveglianza della salute

Per sorveglianza sanitaria si intende la valutazione dell'anamnesi di un lavoratore associata ad esami fisici a cura di un medico o di uno specialista debitamente qualificato.

Varie fonti pubblicano questionari destinati ad accertare la salute dei lavoratori sottoposti a vibrazioni al sistema mano-braccio (vedi, ad esempio, la sezione VIBGUIDE al seguente indirizzo Internet: http://www.humanvibration.com/EU/EU_index.htm).

F.1 L'ANAMNESI

L'anamnesi medica deve riguardare i seguenti aspetti:

- gli antecedenti familiari;
- gli antecedenti professionali, ad esempio tabagismo e consumo di alcol;
- gli antecedenti professionali, ad esempio, occupazioni precedenti ed attuali, che espongano a vibrazioni al sistema mano-braccio o mansioni svolte in precedenza a contatto con agenti neurotossici o angiotossici e qualsivoglia attività ricreativa che comporti l'uso di strumenti o macchine vibranti;
- gli antecedenti medici personali.

F.2 GLI ESAMI FISICI

Medici qualificati devono effettuare esami approfonditi dei sistemi vascolare periferico, neurologico e muscoloscheletrico.

F.3 TEST CLINICI

In genere, anche se non costituiscono una prova affidabile delle lesioni provocate dalle vibrazioni, i test clinici possono servire ad escludere altre cause di sintomi analoghi a quelli della sindrome da vibrazioni mano-braccio o a monitorare l'aggravarsi della lesione.

Le prove per la valutazione della circolazione capillare comprendono il test di Lewis-Prusik, il test di Allen e il test di Adson.

Tra le prove del sistema nervoso periferico vi sono la valutazione della destrezza manuale (ad esempio, riconoscere e raccogliere monetine), il test di Roos e quello di Phalen e il segno di Tinel (per la compressione del tunnel carpale).

F.4 INDAGINI VASCOLARI

La valutazione circolatoria della sindrome da vibrazioni mano-braccio si basa essenzialmente su cold test: osservazione delle variazioni di colorito della cute delle dita, registrazione dei tempi di recupero della temperatura cutanea digitale e misura delle pressioni sistoliche digitali. Possono risultare utili altri test diagnostici di tipo non invasivo, quali l'osservazione mediante laser-doppler della circolazione e pressione sanguigna dell'arto superiore.

F.5 INDAGINI NEUROLOGICHE

La valutazione neurologica della sindrome da vibrazioni mano-braccio comprende test di vario genere:

- soglia di percezione delle vibrazioni;
- sensibilità tattile;
- soglia di percezione del calore;
- velocità di conduzione nervosa negli arti superiori e inferiori;
- elettromiografia;
- destrezza della punta delle dita (prova di Purdue pegboard).

F.6 Indagini sulla forza muscolare

La valutazione della forza muscolare nella mano può essere realizzata tramite un dinamometro per misurare la capacità di prensione e tramite un misuratore di presa per calcolare la forza di strizione.

F.7 Indagini radiologiche

Nei paesi in cui l'osteoartropatia indotta da vibrazioni a carico degli agli arti superiori è riconosciuta come malattia professionale sono di solito obbligatori esami radiologici delle spalle, dei gomiti, dei polsi e delle mani per consentire una radiodiagnostica di patologie ossee e disfunzioni articolari.

F.8 Analisi di laboratorio

In taluni casi possono risultare necessarie analisi del sangue e delle urine per poter fare un distinguo tra lesioni indotte da vibrazioni e disturbi vascolari o neurologici di altra natura.

Riferimenti normativi:

ISO 13091-1:2001 Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 1: Methods of measurement at the fingertips

ISO 14835-1:2005 Mechanical vibration and shock — Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature

ISO 14835-2:2005 Mechanical vibration and shock — Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure

ALLEGATO G Glossario

Vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio/ vibrazioni mano-braccio
Le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio dell'uomo, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare disturbi circolatori, osteoarticolari, neurologici o muscolari.

Emissione di vibrazioni dichiarata
Il valore di vibrazione dichiarato dal fabbricante della macchina che indica il potenziale grado di vibrazione del suo prodotto. Il valore d'emissione di vibrazioni dichiarato si ottiene applicando standard di misura normalizzati; esso va indicato nel manuale di istruzioni allegato alla macchina.

Ponderazione in frequenza
Una rettifica applicata alle misurazioni delle vibrazioni (spesso si usa un filtro) per tener conto della presunta dipendenza del rischio di lesioni corporee dalla frequenza delle vibrazioni. Per le vibrazioni mano-braccio si effettua la ponderazione W_h (definita nella norma ISO 5349-1:2001).

Esposizione giornaliera alle vibrazioni, A(8)
Il livello di vibrazione complessiva equivalente all'energia di 8 ore esercitata su un lavoratore, calcolato in metri al secondo quadrato (m/s^2), che comprende l'insieme delle esposizioni alle vibrazioni mano-braccio della giornata.

Esposizione giornaliera parziale alle vibrazioni, $A_i(8)$
Il contributo dell'operazione *i* all'esposizione giornaliera alle vibrazioni in m/s^2. Per *esposizione parziale alle vibrazioni* si intende l'esposizione giornaliera ad un singolo utensile o processo *i* (se un lavoratore è esposto alle vibrazioni di un unico utensile o di un unico processo l'*esposizione giornaliera alle vibrazioni* equivale all'*esposizione parziale alle vibrazioni*).

Sorveglianza sanitaria
Un programma di controlli sanitari effettuati sui lavoratori per individuare segni precoci di lesioni indotte da attività lavorative.

Valore di esposizione che dà luogo all'azione
Un valore relativo all'esposizione giornaliera dei lavoratori alle vibrazioni pari a $2{,}5 m/s^2$; il superamento di tale valore impone il controllo dei rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni

Valore limite di esposizione
Un valore relativo all'esposizione giornaliera dei lavoratori alle vibrazioni pari a $5 m/s^2$; i lavoratori non devono essere esposti a valori superiori a questo.

Tempo di esposizione
Durata giornaliera dell'esposizione di un lavoratore ad una sorgente di vibrazioni.

Allegato H Bibliografia

H.1 Direttive dell'UE

Direttiva 2002/44/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

Direttiva 89/391/CEE del Consiglio del 12 giugno 1989 concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.

Direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione)

Direttiva 98/37/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (abrogata dalla direttiva 2006/42/CE)

Direttiva 89/686/CEE: direttiva del Consiglio, del 21 dicembre 1989, concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale modificata dalle direttive 93/68/CEE, 93/95/CEE e 96/58/CE.

Direttiva 89/656/CEE del Consiglio, del 30 novembre 1989, relativa alle prescrizioni minime in materia di sicurezza e salute per l'uso da parte dei lavoratori di attrezzature di protezione individuale durante il lavoro (terza direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)

H.2 Norme

Normalizzazione europea

Comitato europeo di normalizzazione (2001) Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano – Parte 1: Requisiti generali EN ISO 5349-1: 2001

Comitato europeo di normalizzazione (2001) Vibrazioni meccaniche - Misurazione e valutazione dell'esposizione dell'uomo alle vibrazioni trasmesse alla mano – Parte 2: Guida pratica per la misurazione al posto di lavoro EN ISO 5349-2: 2001

Comitato europeo di normalizzazione (1996) Vibrazioni e urti meccanici — Vibrazioni al sistema mano-braccio — Metodo per la misurazione e la valutazione della trasmissibilità delle vibrazioni dai guanti al palmo della mano EN ISO 10819: 1996

Comitato europeo di normalizzazione (1997) Vibrazioni meccaniche - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria EN 12096:1997

Comitato europeo di normalizzazione (2005) Vibrazioni meccaniche – Macchine portatili e condotte a mano – Principi per la valutazione della emissione di vibrazioni EN ISO 20643: 2005

European Committee for Standardisation (1995) Hand-arm vibration — Guidelines for vibration hazards reduction — Part 1: Engineering methods by design of machinery CEN/CR 1030-1:1995

European Committee for Standardisation (1995) Hand-arm vibration — Guidelines for vibration hazards reduction — Part 2: Management measures at the workplace CEN/CR 1030-2:1995

European Committee for Standardisation (2005) Mechanical vibration — Guideline for the assessment of exposure to hand-transmitted vibration using available information including that provided by manufacturers of machinery CEN/TR 15350: 2005

A livello internazionale

Organizzazione internazionale di normalizzazione(2005) Risposta degli individui alle vibrazioni — Strumenti di misurazioneISO 8041:2005

ISO 13091-1:2001 Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 1: Methods of measurement at the fingertips

ISO 13091-2:2003 Mechanical vibration — Vibrotactile perception thresholds for the assessment of nerve dysfunction — Part 2: Analysis and interpretation of measurements at the fingertips

ISO 14835-1:2005 Mechanical vibration and shock — Cold provocation tests for the assessment of peripheral vascular function — Part 1: Measurement and evaluation of finger skin temperature

ISO 14835-2:2005 Mechanical vibration and shock — Cold provocation tests for the assessment of peripheral

vascular function — Part 2: Measurement and evaluation of finger systolic blood pressure

ISO/TS 15694:2004 Mechanical vibration and shock — Measurement and evaluation of single shocks transmitted from hand-held and hand-guided machines to the hand-arm system

ISO/TR 22521:2005 Portable hand-held forestry machines — Vibration emission values at the handles — Comparative data in 2002

H.3 Pubblicazioni scientifiche

Bovenzi M. Exposure-response relationship in the hand-arm vibration syndrome: an overview of current epidemiology research. International Archives of Occupational and Environmental Health 1998; 71:509-519.

Bovenzi M. Vibration-induced white finger and cold response of digital arterial vessels in occupational groups with various patterns of exposure to hand-transmitted vibration. Scandinavian Journal of Work, Environment & Health 1998; 24:138-144.

Bovenzi M. Finger systolic blood pressure indices for the diagnosis of vibration-induced white finger. International Archives of Occupational and Environmental Health 2002; 75:20-28.

Brammer, A.J., Taylor,W., Lundborg,G. (1987) Sensorineural stages of the hand-arm vibration syndrome. Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 13, (4), 279-283.

Gemne,G., Pyykko,I., Taylor,W., Pelmear,P. (1987) The Stockholm Workshop scale for the classification of cold-induced Raynaud's phenomenon in the hand-arm vibration syndrome (revision of the Taylor-Pelmear scale). Scandinavian Journal of Work, Environment and Health, 13, (4), 275-278.

Griffin, M.J. (2004) Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. Occupational and Environmental Medicine; 61, 387-397.

Griffin,M.J. (1990, 1996) Handbook of human vibration. Published: Academic Press, London, ISBN: 0-12-303040-4.

Griffin,M.J. (1997) Measurement, evaluation, and assessment of occupational exposures to hand-transmitted vibration. Occupational and Environmental Medicine, 54, (2), 73-89.

Griffin,M.J. (1998) Evaluating the effectiveness of gloves in reducing the hazards of hand-transmitted vibration. Occupational and Environmental Medicine, 55, (5), 340-348.

Griffin,M.J., Bovenzi,M. (2002) The diagnosis of disorders caused by hand-transmitted vibration: Southampton Workshop 2000. International Archives of Occupational and Environmental Health, 75, (1-2), 1-5.

Griffin,M.J., Bovenzi,M., Nelson,C.M. (2003) Dose response patterns for vibration-induced white finger. Journal of Occupational and Environmental Medicine, 60, 16-26.

Griffin, M.J. & and Lindsell C.J. (1998) Cold provocation tests for the diagnosis of vibration-induced white finger: Standardisation and repeatability. HSE research report CRR 173/1998.

Kaulbars,U. Hand-arm vibration parameters: from manufacturers and workplace measurements – deviations and causes. VDI-Report No. 1821 (2004), p. 115-124). www.hvbg.de/d/bia/vera/vera2a/human/kaulbars2.pdf. (in tedesco)

LEY F. X. Hand arm vibration bone and joint disorders. INRS, Document pour le médecin du Travail, n°40, 4 term 1989. (in francesce)

Lindsell, C.J. & and Griffin. M.J. (1998) Standardised diagnostic methods for assessing components of the hand-arm vibration syndrome. HSE research report CRR 197/1998.

Mason H., Poole K. Clinical testing and management of individuals exposed to hand-transmitted vibration. An evidence review. Faculty of Occupational Medicine of the Royal College of Physicians 2004 ISBN 1 86016 203 7.

Mansfield, N.J. (2004) Human Response to Vibration ISBN 0-4152-8239-X

Paddan, G.S. & and Griffin, M.J. (1999) Standard tests for the vibration transmissibility of gloves. HSE research report CRR 249/1999.

Paddan,G.S., Haward,B.M., Griffin,M.J., Palmer,K.T.Paddan, G.S. et al. (1999) Hand-transmitted vibration: Evaluation of some common sources of exposure in Great Britain. HSE research report CRR 234/1999.

Palmer,K.T., Coggon,D.N., Bednall,H.E., Kellingray,S.D., Pannett,B., Griffin,M.J., Haward,B. (1999)Palmer, K.T. et al. (1999) Hand-transmitted vibration Occupational exposures and their health effects in Great Britain. HSE research report CRR 232/1999.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Bednall,H., Pannett,B., Coggon,D. (2000) Prevalence and pattern of occupational exposure to hand transmitted vibration in Great Britain: findings from a national survey. Occupational and Environmental Medicine, 57, (4), 218-228.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Bendall,H., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D. (2000) The prevalence of sensorineural symptoms attributable to hand-transmitted vibration in Great Britain: a national postal survey. American Journal of Industrial Medicine, 38, 99-107.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Syddall,H., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D. (2000) Prevalence of Raynaud's phenomenon in Great Britain and its relation to hand transmitted vibration: a national postal survey. Occupational and Environmental Medicine, 57, (7), 448-452.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Syddall,H., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D. (2001) Risk of hand-arm vibration syndrome according to occupation and source of exposure to hand-transmitted vibration: a national survey. American Journal of Industrial Medicine, 339, 389-396.

Palmer,K.T., Griffin,M.J., Syddall,H.E., Pannett,B., Cooper,C., Coggon,D. (2001) Exposure to hand-transmitted vibration and pain in the neck and upper limbs. Occupational Medicine, 51, (7), 464-467.

Palmer,K.T., Haward,B., Griffin,M.J., Bednall,H., Coggon,D. (2000) Validity of self reported occupational exposure to hand transmitted and whole body vibration. Occupational and Environmental Medicine, 57, (4), 237-241.

Rocher O., Lex F. X., Mereau P., Donati P. Bone and joint disorders of elbow when exposed to hand held tool vibration. INRS, Document pour le médecin du Travail, n°56, 4 term, 1993 (in French)

Stayner, R.M. (1996) Grinder characteristics and their effects on hand-arm vibration. HSE research report CRR 115/1996.

Stayner, R.M. (1997) European grinder vibration test code: a critical review. HSE research report CRR 135/1997.

Stayner, R.M. (2003) Isolation and auto-balancing techniques for portable machines. HSE research report RR 078/2003.

Taylor,W. (Editor) (1974) The vibration syndrome. Proceedings of a Conference on the Medical Engineering and Legal Aspects of Hand-Arm Vibration at the University of Dundee, 12-14th July, 1972. Edited: W. Taylor, Published: Academic Press, ISBN 0 12 684760 6.

Taylor,W., Pelmear,P.L. (Editors) (1975) Vibration white finger in industry, (A report, comprising edited versions of papers submitted to the Department of Health and Social Security in December 1973). Published: Academic Press, ISBN 0 12 684550 6.

H.4 Pubblicazioni orientative

Bulletin for workers of the institution for statutory accident insurance and prevention in the mining industry (Bergbau-Berufsgenossenschaft) „Human diseases caused by vibrations'. (in tedesco)

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH) Protection against vibration: a problem or not? (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)). www.baua.de/info/bestell.htm#schrift. (in tedesco)

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH). Protection against vibration at the workplace (technics 12). (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)). www.baua.de/info/bestell.htm#schrift. (in tedesco)

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH). Vibration loads in the building industry (technics 23). (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA). www.baua.de/info/bestell.htm#schrift. (in tedesco)

Gruber, H.; Mierdel, B. Guidelines for risk assessment. Bochum: VTI Verlag 2003. (in tedesco)

HSE (2005) Hand-arm Vibration - The Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations L140 HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6125 3

HSE (2005) Control the risks from hand-arm vibration: Advice for employers on the Control of Vibration at Work Regulations 2005 Leaflet INDG175 (rev2) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6117 2

HSE (2005) Hand-arm vibration: Advice for workers Pocket card INDG296 (rev1) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6118 0

HSE (1998) Hard to handle: Hand-arm vibration – managing the risk Video HSE Books 1998 ISBN 0 7176 1881 1

HSE (2002) Use of contractors: A joint responsibility Leaflet INDG368 HSE Books 2002 10 ISBN 0 7176 2566 4

HSE (1996) Hazards associated with foundry processes: Hand-arm vibration - the current picture Foundries

Information Sheet FNIS8 Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

HSE (1999) Hazards associated with foundry processes: Hand-arm vibration - assessing the need for action Foundries Information Sheet FNIS10 Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

HSE (2002) Hand-arm vibration in foundries: Furnace and ladle relining operations Foundries Information Sheet FNIS11 Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

HSE (2002) A purchasing policy for vibration-reduced tools in foundries Foundries Information Sheet FNIS12 Web only version available at www.hse.gov.uk/pubns/founindx.htm

UK Department of Trade and Industry (1995). Machinery. Guidance notes on UK Regulations. Guidance on the Supply of Machinery (Safety) Regulations 1992 as amended by the Supply of Machinery (Safety) (Amendment) Regulations 1994 URN 95/650

INRS (1991). Smooth impact. Use an anti-vibration concrete breaker. INRS, ED 1346. (in francesce).

INRS. (2001) The hand in danger. INRS, ED 863. (in francesce e inglese)

Centres de Mesure Physique (CMP) and Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Guide to evaluate vibration at work. Part 2 : Hand arm vibration. Edited by INRS. 2000.

ISSA. Vibration at work. Published by INRS for International section Research of the ISSA, 1989. (disponibile in inglese, francese, tedesco e spagnolo)

Kaulbars, U. (1998) Technical protection against hand-arm vibrations. BIA Handbuch, 33. Lfg. XII/98. (in tedesco)

Kaulbars, U. (2001) Anti-vibration-gloves – Positive list. BIA Handbuch, 39. Lfg. VII/2001. (in tedesco)

Neugebauer, G.; Hartung, E. Mechanical vibrations at the workplace. Bochum: VTI Verlag 2002. (in tedesco)

Berufsgenossenschaftlicher Grundsatz. (2005) G46: Belastungen des Muskel- und Skelettsystems. (in tedesco)

Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail (Belgique) Vibrations main bras. Stratégie d'évaluation et de prévention des risques. D/1998/1205/70 (in francesce)

ISPESL La sindrome da vibrazioni mano - braccio. Vibrazioni meccaniche nei luoghi di lavoro : stato della normativa. (in italiano)

H.5 Siti web

www.humanvibration.com
Informazioni generali sulle vibrazioni umane e link con diversi siti Internet sul tema

www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en
Dati sulle emissioni vibratorie

www.las-bb.de/karla/
Dati sulle emissioni vibratorie

www.hse.gov.uk/vibration/hav/vibrationcalc.htm
Misuratore dell'esposizione

www.vibration.db.umu.se/kalkylator.aspx?calc=hav&lang =en
Misuratore dell'esposizione

www.dguv.de/bgia/de/pra/softwa/kennwertrechner/index.jsp
Misuratore dell'esposizione

Indice analitico

PARTE II Guida di buone pratiche sulle Vibrazioni trasmesse al corpo intero

Indice

Capitolo 1 Introduzione

La direttiva 2002/44/CE dell'Unione europea ('direttiva sulle vibrazioni') definisce le responsabilità che incombono ai datori di lavoro con riguardo all'eliminazione o al massimo contenimento dei rischi associati alle vibrazioni meccaniche trasmesse al corpo intero (nell'allegato A figura un breve elenco di tali obblighi).

La presente guida si rivolge ai datori di lavoro per assisterli nel compito di individuare i pericoli connessi con le vibrazioni trasmesse a tutto il corpo, di valutare il grado di esposizione ed il livello di rischio e di definire le misure volte a salvaguardare la salute e la sicurezza dei lavoratori esposti a tali rischi.

La guida va letta congiuntamente alla direttiva sulle vibrazioni o alle legislazioni nazionali che attuano le prescrizioni di quest'ultima.

Le vibrazioni meccaniche sono trasmesse al corpo intero di lavoratori , attraverso il sedile o gli arti inferiori, da attrezzature e macchine utilizzate sul posto di lavoro (si veda l'allegato B). L'esposizione a livelli elevati di vibrazione del corpo intero può comportare rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori; ad essa si imputa infatti la causa dell'insorgere o dell'aggravarsi delle lesioni dorsali (si veda l'allegato C). I rischi sono tanto maggiori quanto più è elevata l'entità delle vibrazioni, quanto più è prolungata, frequente e regolare l'esposizione e quanto più le vibrazioni sono accompagnate da forti urti o scossoni.

Comportano l'esposizione alle vibrazioni al corpo intero attività che interessano in genere l'uso di macchine che non circolano su strada, ad esempio nei comparti agricolo, della costruzione o dell'estrazione; le vibrazioni possono tuttavia prodursi anche altrove, ad esempio su strada su camion e autocarri, in mare in piccole imbarcazioni veloci e in aria in certi tipi di elicotteri. Le vibrazioni trasmesse a tutto il corpo non interessano solo i lavoratori in posizione seduta quali i conducenti, ma anche quelli che operano in piedi, ad esempio l'operatore di una macchina frantumatrice del cemento.

Le lesioni dorsali possono essere provocate da fattori ergonomici quali la movimentazione manuale del carico o posture con scarsa libertà di movimento o disagevoli. L'importanza di tali fattori è quantomeno pari a quella dell'esposizione alle vibrazioni meccaniche trasmesse al corpo intero. Ciò non esclude, tuttavia, che l'insorgenza di lesioni dorsali possa essere legata anche allo svolgimento di attività, lavorative o meno, estranee all'uso di veicoli. Per affrontare efficacemente il problema delle lesioni dorsali a carico di conducenti e operatori di macchinari mobili è importante definire ed analizzare globalmente i potenziali fattori causali.

La 'direttiva sulle vibrazioni '(direttiva 2002/44/CE – vedasi il riquadro "Riferimenti normativi") fissa norme minime per il controllo dei rischi derivanti dalle vibrazioni trasmesse al corpo intero. Essa dispone che gli Stati membri dell'Unione europea mettano in vigore le disposizioni legislative nazionali ai fini dell'applicazione delle prescrizioni in essa contenute entro il 6 luglio 2005. Le legislazioni nazionali possono introdurre disposizioni più favorevoli di quelle previste dalla direttiva, mantenendo tuttavia invariato il livello di protezione dei lavoratori garantito dalla vigente normativa nazionale.

La direttiva sulle vibrazioni fissa un valore di esposizione che fa scattare l'azione, al di sopra del quale i datori di lavoro devono controllare i rischi derivanti dalle vibrazioni al corpo intero, cui sono esposti i loro dipendenti, e un valore limite di esposizione che non deve essere superato[2]:

- un valore di esposizione giornaliera che fa scattare l'azione fissato a 0,5 m/s^2

(oppure, a scelta dello Stato membro interessato, un valore della dose di vibrazioni di 9,1 $m/s^{1.75}$);

- un valore limite di esposizione giornaliera fissato a 1,15 m/s^2

(oppure, a scelta dello Stato membro interessato, un valore della dose di vibrazioni di 21 $m/s^{1.75}$).

2 Per quanto riguarda il valore limite di esposizione, gli Stati membri, previa consultazione delle parti sociali, hanno la facoltà di prevedere un periodo transitorio di 5 anni a decorrere dal 6 luglio 2005 (essi sono autorizzati a prolungare questo periodo per altri 4 anni per i macchinari utilizzati in agricoltura e silvicoltura). Il periodo transitorio si applica solo in caso di utilizzo di attrezzature di lavoro fornite prima del 6 luglio 2007, quando, tenuto conto dei più recenti progressi tecnici e/o dell'applicazione delle misure organizzative, non sia possibile rispettare i valori limite di esposizione.

La direttiva sulle vibrazioni impone ai datori di lavoro di garantire l'eliminazione o il contenimento, per quanto possibile, dei rischi associati alle vibrazioni trasmesse al corpo intero. L'allegato A illustra in breve tali obblighi.

La direttiva sulle vibrazioni è una direttiva particolare che fa seguito alla direttiva quadro (direttiva 89/391/CEE – vedasi il riquadro "Riferimenti normativi") e molte delle prescrizioni in essa contenute sono derivate da quest'ultima e vi fanno riferimento esplicito.

La presente guida aiuterà i datori di lavoro a conformarsi alle disposizioni della direttiva sulle vibrazioni con riguardo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero. Essa verte sui seguenti argomenti: la metodologia applicata per determinare e valutare i rischi, la scelta e l'utilizzo corretto delle attrezzatura da lavoro, l'ottimizzazione delle procedure e l'attuazione di misure di protezione (misure di natura tecnica e/o organizzativa) sulla base di un'analisi preventiva dei rischi. Inoltre, specifica il genere di informazione e formazione da impartire ai lavoratori interessati e propone soluzioni efficaci ad altre problematiche sollevate dalla direttiva sulle vibrazioni. L'impostazione strutturale di tale guida risulta dal diagramma della figura 1.

Riferimenti normativi:

Direttiva sulle vibrazioni:

Direttiva 2002/44/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 *sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE).*

(Pubblicata nella Gazzetta ufficiale dell'Unione europea L 177 del 6 luglio 2002, pagina 13)

Direttiva quadro:

Direttiva 89/391/CEE del Consiglio del 12 giugno 1989 *concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro.*

Figura 1 - Diagramma delle vibrazioni trasmesse al corpo intero

- **Valutazione dei rischi** — **Capitolo 2**
  - Aspetti basilari della valutazione dei rischi — 2.1
  - Valutazione delle esposizioni giornaliere
    - Durata dell'esposizione — 2.2
    - Entità della vibrazione — 2.3
      - Dati forniti dal fabbricante
      - Altre fonti
      - Misurazione
    - Calcolo dell'esposizione giornaliera — 2.4
      - Esposizione giornaliera alle vibrazioni - A(8)
      - Valore della dose di vibrazioni - VDV
- **Eliminazione o riduzione dell'esposizione** — **Capitolo 3**
  - Sviluppo di una strategia di controllo — 3.1
    - Consultazione e partecipazione… — 3.2
    - Controlli del rischio — 3.3
      - Sostituzione di altri metodi di lavoro
      - Scelta delle attrezzature
      - Politica degli acquisti
      - Pianificazione dei compiti e schema dei processi
      - Misure di protezione collettiva
      - Informazione e formazione dei lavoratori
      - Orari di lavoro
      - Manutenzione
      - Sedili a sospensione
    - Controllo e riesame — 3.4
      - Verifica dell'efficacia dei controlli
    - Nuova valutazione del rischio — 3.5
- **Sorveglianza della salute** — **Capitolo 4**
  - Quando è necessario un controllo sanitario? — 4.1
  - Che tipo di documentazione è necessaria? — 4.2
  - Cosa fare se si accerta un problema di salute? — 4.3

CAPITOLO 2 VALUTAZIONE DEI RISCHI

La finalità della valutazione dei rischi derivanti dalle vibrazioni trasmesse al corpo intero è quella di facilitare al datore di lavoro l'adozione di una valida decisione sulle misure da intraprendere per prevenire o controllare in maniera adeguata l'esposizione dei lavoratori a questo tipo di vibrazioni.

In questo capitolo si spiega come accertare se un luogo di lavoro possa rappresentare un problema dal punto di vista dell'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero, senza bisogno di effettuare misurazioni o senza disporre di conoscenze approfondite in materia di valutazione dell'esposizione.

2.1 ASPETTI BASILARI DELLA VALUTAZIONE DEI RISCHI

La valutazione dei rischi deve:

- accertare l'eventuale presenza di rischi per la salute o la sicurezza causati o aggravati da vibrazioni al corpo intero;
- calcolare il grado di esposizione dei lavoratori e compararlo con il valore di esposizione cha dà luogo all'azionee con il valore limite di esposizione;
- accertare le procedure disponibili di controllo del rischio;
- determinare i provvedimenti che si intendono adottare per controllare e monitorare i rischi associati alle vibrazioni trasmesse al corpo intero; nonché
- registrare i risultati della valutazione e dei provvedimenti adottati.

Oltre alle vibrazioni al corpo intero, altri fattori ergonomici possono contribuire all'insorgere di dolori dorso-lombari, ad esempio:

- posture inadatte nella conduzione o nell'azionamento di un macchinario;
- posizione seduta per lunghi periodi senza possibilità di cambiare postura;
- comandi di controllo mal posizionati, che obbligano il conducente o l'operatore ad allungarsi o torcere il busto;

- scarsa visibilità durante la movimentazione della macchina, che obbliga l'operatore ad allungarsi o a girarsi per avere una visuale adeguata;
- sollevamento e trasporto manuali di carichi pesanti o ingombranti;
- necessità di salire ripetutamente in una cabina posizionata in alto o di difficile accesso o di scendere da essa saltando.

Ciascuno di questi fattori può, di per sé, provocare affezioni dorso-lombari. Il rischio tuttavia aumenta con l'esposizione ad uno o più di tali fattori, in aggiunta all'esposizione a vibrazioni al corpo intero. Ad esempio:

- esposizione di lunga durata a vibrazioni al corpo intero senza poter cambiare posizione;
- esposizione a vibrazioni al corpo intero stando seduti in posizione allungata o girata (ad esempio, guardando oltre la spalla per controllare il funzionamento di un'attrezzatura trainata);
- esposizione a vibrazioni al corpo intero mentre si sollevano o si trasportano manualmente carichi pesanti.

Fattori ambientali, come la temperatura, possono accrescere ulteriormente il rischio di dolori o di affezioni dorso-lombari.

Di tutte queste cause va tenuto complessivamente conto nell'elaborare i propri piani di lavoro al fine

di ridurre al minimo l'occorrenza delle lesioni alla schiena. Vanno considerati altresì le norme e gli orientamenti relativi alla movimentazione manuale dei materiali quando questa rientri tra le attività svolte dalla manodopera.

Nella valutazione dei rischi vanno analizzati innanzitutto il lavoro svolto, i procedimenti applicati e le macchine e attrezzature utilizzate. La tabella 1 contiene alcuni quesiti utili per decidere se siano necessarie misure supplementari.

Tutti i tipi di veicoli, quando sono in movimento, sono suscettibili di trasmettere vibrazioni all'intero corpo del conducente. I rischi per la salute aumentano quando i lavoratori sono regolarmente esposti ad elevati livelli di vibrazione al corpo intero per un lungo periodo. Nella figura 2 sono riportati a titolo indicativo veicoli che notoriamente possono trasmettere vibrazioni a tutto il corpo e causare problemi ergonomici. Si rammenta che l'esposizione alle vibrazioni al corpo intero può risultare anche da attività diverse dalla conduzione, ad esempio dallo stare in posizione eretta su una piattaforma che vibra.

Riferimenti normativi:

Direttiva sulla movimentazione manuale:

Direttiva 90/269/CEE del Consiglio, del 29 maggio 1990, *relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute concernenti la movimentazione manuale di carichi che comporta tra l'altro rischi dorso-lombari per i lavoratori (quarta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)*

Tabella 1 Quesiti per aiutarvi a decidere se sia opportuno adottare ulteriori misure

Guidate veicoli fuoristrada?

Hanno maggiori probabilità di essere esposti a elevati livelli di vibrazione al corpo intero coloro che, nello svolgere il loro lavoro, guidano veicoli su percorsi accidentati, ad esempio veicoli fuoristrada quali trattori, quad e autocarri a cassone ribaltabile.

Nell'arco della giornata guidate o azionate a lungo macchine che vibrano?

I fattori che determinano l'esposizione giornaliera a vibrazioni sono l'entità (livello) delle vibrazioni e la durata dell'esposizione. Quanto più si protrae l'esposizione, tanto maggiore sarà il rischio associato all'esposizione alle vibrazioni.

Guidate veicoli non progettati per circolare su quel tipo di piano stradale?

Alcuni veicoli industriali, come i carrelli elevatori, sono privi di sospensione delle ruote e, per dar loro la stabilità necessaria per lavorare in sicurezza, sono montati su pneumatici pieni. Se circolano su superfici lisce e regolari il livello di vibrazioni trasmesse al corpo intero non è di solito elevato. Tuttavia, se azionati su superfici inadatte (ad esempio, un carrello elevatore, adibito all'uso interno in un magazzino, è utilizzato, invece, sul piazzale di carico esterno), possono trasmettere elevati livelli di vibrazioni a tutto il corpo.

Guidate su fondi stradali in cattivo stato di manutenzione?

La maggior parte dei veicoli su strada produce vibrazioni a corpo intero di livello piuttosto basso a condizione che il rivestimento stradale sia mantenuto in buono stato. È in genere poco probabile che automobili, furgoni e camion dotati di moderne cabine ammortizzate presentino rischi di vibrazioni al corpo intero se circolano su strade soggette a regolare manutenzione. Tuttavia, i veicoli con sospensioni meno efficaci, come i camion a telaio rigido, possono generare elevati livelli di vibrazione al corpo intero, soprattutto se circolano su fondi stradali in cattivo stato o quando non sono carichi.

Siete esposti a urti (o scossoni)?

Si pensa che il maggior rischio di esposizione alle vibrazioni derivi dall'esposizione alle vibrazioni d'urto. Le vibrazioni d'urto possono essere provocate da fondi stradali in cattivo stato, dalla guida a velocità eccessiva per quel tipo di terreno o da una regolazione sbagliata della sospensione del sedile. Le ruspe spianatrici possono generare alti livelli di vibrazioni d'urto quando circolano su terreni difficili. Alcuni veicoli con carichi molto pesanti possono provocare scossoni e sobbalzi per il conducente in caso di frenaggio violento.

Siete costretti ad assumere posizioni scorrette o ad eseguire compiti di movimentazione manuale?

Un assetto inadeguato della cabina o una scarsa visibilità possono costringere l'operatore a tensioni o torsioni o all'immobilità per lunghi periodi. La scarsa ergonomicità di ambienti simili, da sola o associata all'esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero, può dar luogo a lesioni dorsali o ad altre affezioni osteomuscolari.

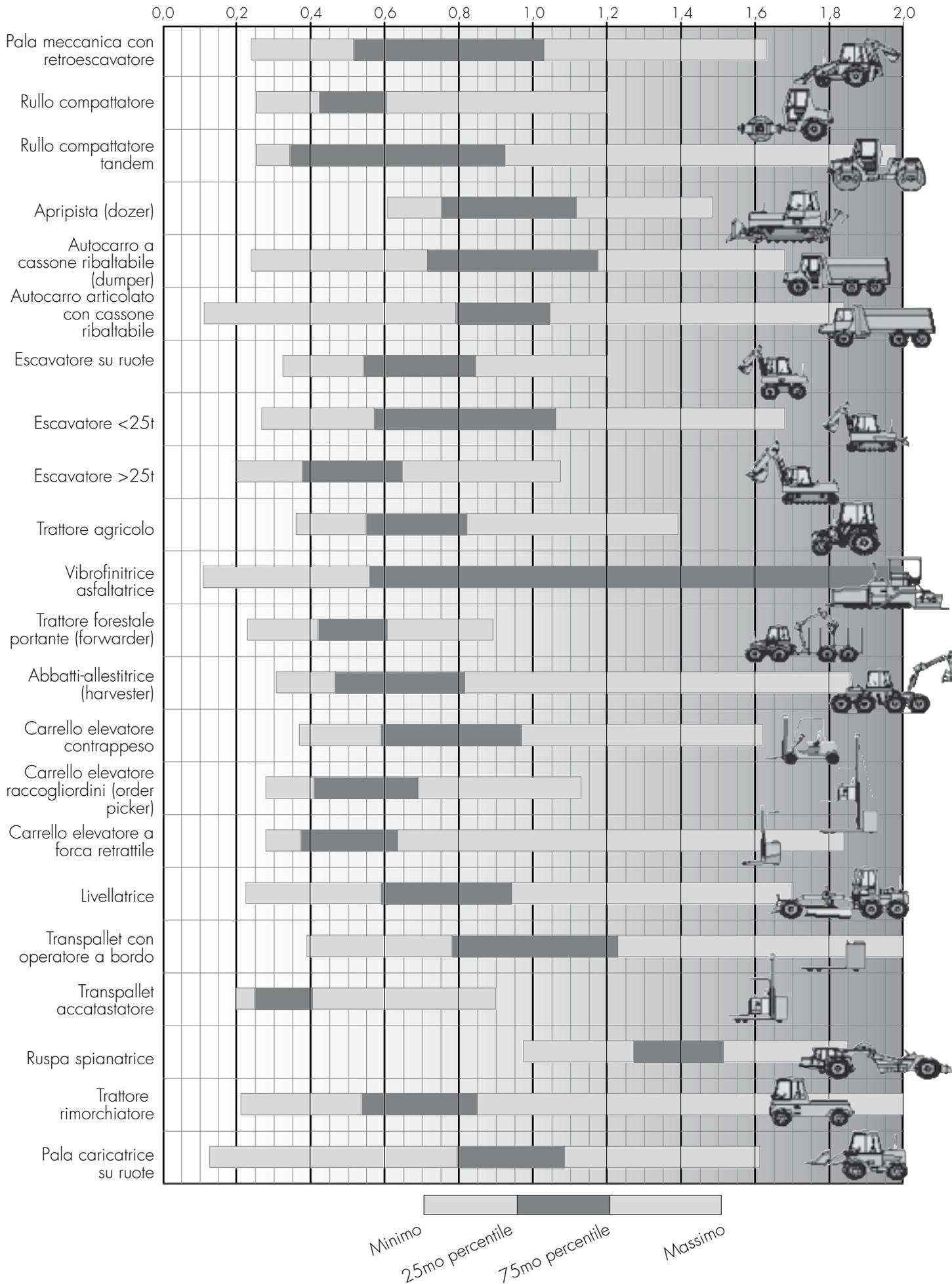
I fabbricanti di macchinari avvertono dei rischi derivanti dalla trasmissione al corpo di vibrazioni?

Se la macchina che utilizzate è suscettibile di esporre l'utilizzatore al rischio di patologie indotte da vibrazioni, il fabbricante deve darne comunicazione nel manuale di istruzioni d'uso.

I lavoratori segnalano disturbi dorso-lombari?

L'esistenza documentata di affezioni dorso-lombari implica la necessità di ricercare una soluzione adeguata al problema dei rischi ergonomici e dell'esposizione alle vibrazioni.

Figura 2 - Esempi di grandezze di vibrazione di utensili d'uso comune

Gamme di valori di vibrazione delle attrezzature d'uso comune che circolano sul mercato comunitario. I dati sono meramente indicativi. Per ulteriori dettagli vedasi l'allegato B.

2.2 Determinazione del tempo di esposizione

Per stimare l'esposizione giornaliera dei lavoratori alle vibrazioni, occorre calcolare la durata dell'esposizione degli operatori di macchina alla sorgente di vibrazioni.

Nel presente capitolo si analizza quali siano le informazioni necessarie riguardo al tempo d'esposizione e il modo in cui determinarlo.

Prima di poter effettuare una stima dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni (A(8) o VDV), occorre conoscere la durata complessiva giornaliera di esposizione alle vibrazioni prodotte dai veicoli o dalle macchine utilizzati. Allo scopo vanno utilizzati dati compatibili con i dati disponibili sull'entità delle vibrazioni; ad esempio, se questi si basano su misurazioni effettuate durante il funzionamento della macchina, va considerato unicamente il tempo in cui l'operatore è esposto alle vibrazioni. Gli operatori di macchina o di veicolo interrogati sulla durata giornaliera tipo della loro esposizione alle vibrazioni sono soliti indicare anche i periodi durante i quali non sono esposti alle vibrazioni, ad esempio durante il carico o nei tempi di attesa.

In genere, tra le varie esposizioni alle vibrazioni domina quella generata dal veicolo in movimento. Tuttavia, in alcuni casi prevalgono invece le vibrazioni meccaniche conseguenti ad operazioni effettuate a veicolo fermo, ad esempio, con escavatori o macchine forestali.

I modelli/gli schemi di lavoro devono essere oggetto di un'analisi accurata. Ad esempio, è possibile che taluni lavoratori maneggino o azionino macchinari solo durante determinati periodi della giornata. Occorre stabilire modelli d'uso tipici, in quanto fattore importante nel calcolo della probabilità d'esposizione individuale alle vibrazioni.

Riferimenti normativi:

EN 14253. Vibrazioni meccaniche - Misurazione e calcolo dell'esposizione professionale alle vibrazioni trasmesse al corpo intero al fine di tutelare la salute dell'operatore - Guida pratica

2.3 Determinazione dell'entità della vibrazione

L'entità della vibrazione trasmessa al corpo intero corrisponde al valore dell'accelerazione ponderata in frequenza determinato sul maggiore dei tre assi ortogonali (1,4a_{wx}, 1,4a_{wy} o a_{wz}) per un lavoratore in posizione seduta o eretta.

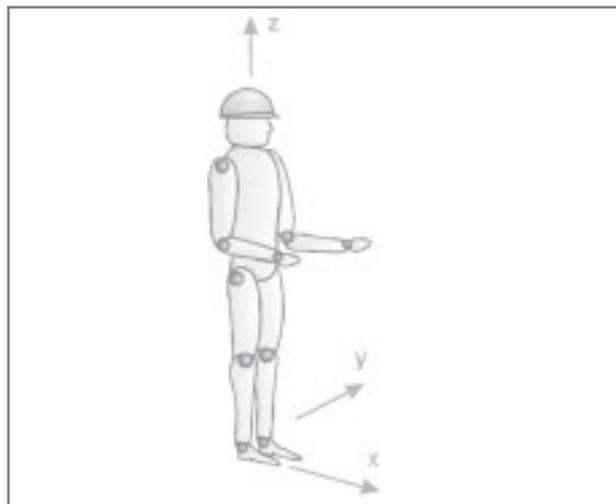
Pertanto, le informazioni utilizzate per determinare le vibrazioni devono corrispondere quanto più possibile alle probabili emissioni di vibrazioni della macchina in uso (sia in relazione alle specifiche della macchina che alle modalità operative).

Nel presente capitolo esaminiamo come poter calcolare le vibrazioni a partire dai dati dichiarati dal fabbricante, da altre fonti di dati pubblicate e da misurazioni sul posto di lavoro.

2.3.1 Utilizzo dei dati sulle emissioni dichiarati dal fabbricante

La direttiva "Macchine" dell'Unione europea (direttiva 2006/42/CE e, in precedenza, direttiva abrogata 98/37/CE) stabilisce prescrizioni di salute e sicurezza delle macchine vendute sul mercato comunitario, nonché norme specifiche in materia di vibrazioni.

Fra le altre prescrizioni, la direttiva impone a costruttori, importatori e fornitori di macchine l'obbligo di segnalare eventuali rischi connessi con le vibrazioni e di indicare i valori delle emissioni di vibrazioni trasmesse al corpo intero di macchine mobili. Dette informazioni devono figurare nel foglio informativo o nel manuale d'istruzioni per l'uso acclusi alla macchina.

I dati sull'emissione vibratoria sono calcolati normalmente in base alle norme europee armonizzate relative alle metodiche di misura delle vibrazioni, emesse dagli organismi di normalizzazione europei o internazionali. Tuttavia, a tutt'oggi il numero di norme vigenti riguardanti specificamente le macchine è limitatissimo e, laddove ve ne siano, ad esempio quelle relative ai carrelli industriali, le differenze rilevate in macchine che sono in concorrenza diretta tra loro sono spesso inferiori al 50%.

Riferimenti normativi:

EN 1032:2003 Vibrazioni meccaniche — Esame di macchine mobili allo scopo di determinare i valori di emissione vibratoria

EN 12096:1997 Vibrazioni meccaniche —Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria.

CEN/TR First committee draft Munich (March 2005) — Mechanical vibration - Guideline for the assessment of exposure to whole-body vibration of ride on operated earth-moving machines. Using harmonised data measured by international institutes, organisations and manufacturers.

2.3.2 Ricorso ad altre fonti di dati

Esistono altre fonti di informazione sull'entità delle vibrazioni, che sono spesso sufficienti per stabilire se il valore di esposizione che dà luogo all'azione o il valore limite di esposizione rischiano di essere superati.

Informazioni utili sulle vibrazioni sono reperibili presso le associazioni di categoria o altre organizzazioni equivalenti ed esistono banche dati internazionali sul tema vibrazioni in internet, in grado di soddisfare ogni esigenza. I datori di lavoro potrebbero avvalersene per fare una prima valutazione dell'esposizione alle vibrazioni.

Altre fonti di informazione sulle vibrazioni sono gli esperti in materia di vibrazioni, le associazioni di categoria/i sindacati, i fabbricanti e gli organismi pubblici. Informazioni sono reperibili anche in pubblicazioni tecniche o scientifiche e in internet. Due siti web europei contenenti dati standard forniti dai costruttori sull'emissione vibratoria e taluni valori misurati in condizioni di '"uso reale" per una serie di macchine sono:

http://www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en

http://www.las-bb.de/karla/

Nella migliore delle ipotesi, ci si dovrebbe avvalere di informazioni sulle vibrazioni relativamente alla macchina (marca e modello) che si intende utilizzare. Tuttavia, se ciò non è possibile, inizialmente ci si può servire di informazioni concernenti attrezzature similari, sostituendo poi tali dati con valori più precisi quando si renderanno disponibili.

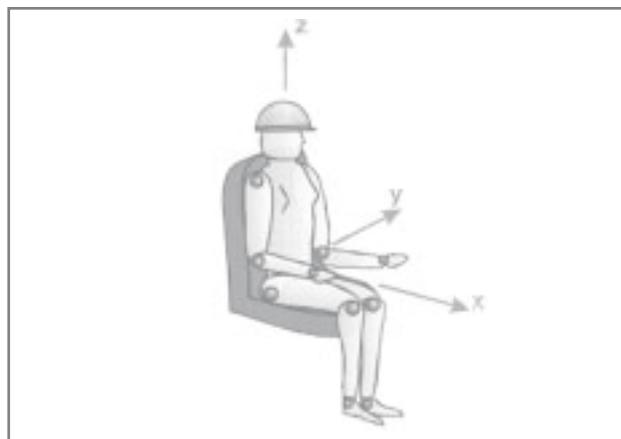
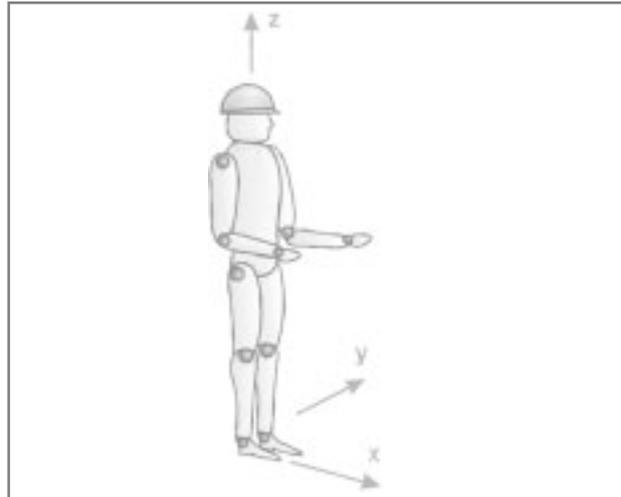
Nello scegliere le informazioni pubblicate sulle vibrazioni, gli elementi di cui tener conto nell'operare una scelta sono i seguenti:

- la tipologia di attrezzatura (ad esempio, un carrello elevatore a forca),
- la classe dell'apparecchiatura (ad esempio potenza/motore o dimensione),
- la fonte di energia (ad esempio, motore elettrico o motore a combustione),
- eventuali dispositivi antivibratori (ad esempio, sistemi di sospensione, cabina ammortizzata, sedili),
- l'uso cui era adibito il veicolo al momento della raccolta delle informazioni sulle vibrazioni,
- la velocità a cui operava al momento,
- il tipo di superficie su cui circolava.

Nell'utilizzare i dati pubblicati sulle vibrazioni è buona prassi compararli con quelli ricavati da due o più fonti.

2.3.3 Misurazione dell'entità della vibrazione

In molti casi non sarà necessario misurare l'intensità della vibrazione. Tuttavia, è importante sapere quando effettuare tali misurazioni.

Nel presente capitolo esaminiamo cosa si misura, dove va misurata la vibrazione e come comunicare i risultati di tali misurazioni.

I dati dichiarati dal fabbricante e eventuali informazioni ricavate da altre fonti possono fornire indicazioni utili circa l'esposizione dell'operatore di macchina alle vibrazioni. Tuttavia, l'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero dipende fortemente dalla qualità del fondo stradale, dalla velocità del mezzo e da altri fattori quali le modalità di funzionamento dello stesso. Pertanto, per confermare la stima iniziale dell'esposizione potrebbe rivelarsi necessario effettuare misurazioni dell'intensità vibratoria.

Si può optare tra effettuare misurazioni interne o ricorrere all'aiuto di un consulente specializzato. In entrambi i casi, è importante che chiunque effettui le misurazioni disponga di competenza e esperienza adeguate.

Cosa si misura?

L'esposizione umana alle vibrazioni trasmesse al corpo intero va misurata secondo il metodo definito nella norma internazionale ISO 26311-1:1997; indicazioni pratiche dettagliate sull'utilizzo del metodo di misurazione delle vibrazioni sul posto di lavoro figurano nella norma EN14253:2003.

Il valore quadratico medio dell'intensità di vibrazione (root-mean-square, r.m.s) è espresso in termini di accelerazione ponderata, in frequenza, determinata al sedile di un lavoratore in posizione seduta o ai piedi di un lavoratore in posizione eretta (vedasi l'allegato B) e la sua unità di misura è il *metro al secondo quadrato* (m/s^2). Il *valore quadratico medio dell'intensità di vibrazione* rappresenta l'accelerazione media durante un periodo di misurazione e corrisponde al maggiore dei tre valori degli assi ortogonali ($1.4a_{wx}$, $1.4a_{wy}$ o a_{wz}) su cui basare la valutazione dell'esposizione.

Il *valore della dose di vibrazioni* (o VDV) costituisce una misura alternativa dell'esposizione alle vibrazioni. Grazie al VDV è possibile ottenere una migliore indicazione dei rischi derivanti dalle vibrazioni indotte, ad esempio, da urti. Le unità del VDV sono i *metri al secondo alla potenza 1.75* ($m/s^{1.75}$) e, a differenza della *media quadratica dell'intensità di vibrazione*, esso costituisce un valore cumulativo, cioè aumenta proporzionalmente al tempo di misurazione. Pertanto, per determinare il VDV, è importante conoscere il periodo durante il quale è stata effettuata la misurazione. Per calcolare l'esposizione ci si basa sul valore massimo tra i tre assi ortogonali ($1.4a_{wx}$, $1.4a_{wy}$ o a_{wz}).

Misurazione delle vibrazioni

Con le misurazioni si ottengono valori di vibrazione rappresentativi delle vibrazioni emesse durante il periodo di lavoro dell'operatore. La scelta delle condizioni di esercizio e dei tempi di misurazione deve essere, pertanto, finalizzata a tale scopo.

Si raccomanda che, nei limiti del possibile, le misurazioni siano effettuate per periodi minimi di 20 minuti; laddove non fosse possibile rispettare tali tempi, i periodi di misurazione non devono essere inferiori a tre minuti e, se possibile, vanno ripetuti fino ad ottenere un tempo di misura complessivo di oltre 20 minuti (per ulteriori informazioni vedasi la norma EN 14253). Sono da preferire tempi di misurazione più lunghi, di 2 ore o più (a volte è possibile effettuare misurazioni nell'arco di mezza giornata lavorativa o di un'intera giornata).

Riferimenti normativi:

EN 14253. Vibrazioni meccaniche - Misurazione e calcolo dell'esposizione professionale alle vibrazioni trasmesse al corpo intero al fine di tutelare la salute dell'operatore - Guida pratica

CEN/TR First committee draft Munich (March 2005) — Mechanical vibration - Guideline for the assessment of exposure to whole-body vibration of ride on operated earth-moving machines. Using harmonised data measured by international institutes, organisations and manufacturers.

2.4 Calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni

L'esposizione giornaliera alle vibrazioni dipende sia dall'intensità (livello) di vibrazione che dalla durata dell'esposizione.

Nel presente capitolo esaminiamo il modo in cui è calcolata l'esposizione giornaliera alle vibrazioni sulla base dei tempi di esposizione, dei dati sull'intensità di vibrazione o dei valori della dose di vibrazioni.

Alcuni strumenti per semplificare il calcolo dell'esposizione giornaliera e gestire i tempi d'esposizione sono indicati nell'allegato D.

Nell'allegato E figurano esempi dettagliati del metodo di calcolo dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni e dei VDV.

2.4.1 Valutazione dell'esposizione giornaliera A(8) e VDV

L'esposizione giornaliera alle vibrazioni può essere valutata utilizzando una delle due misure dell'esposizione o entrambe:

a) L'esposizione giornaliera alle vibrazioni, A(8),

b) Il valore della dose di vibrazioni, VDV.

Entrambe le misure dipendono da un valore di vibrazioni misurato. Per l'A(8) è necessario conoscere anche il tempo d'esposizione. Analogamente all'intensità di vibrazione, l'esposizione giornaliera alle vibrazioni si esprime in unità di *metri al secondo al quadrato* (m/s^2).

Se il VDV è calcolato nell'arco di un periodo inferiore all'intera giornata lavorativa (come avviene di solito), il risultato che si ottiene dovrà essere aggiustato verso l'alto.

Istruzioni ed esempi pratici di calcolo dell'esposizione A(8) e dei VDV sono riportati nell'allegato E.

2.4.2 Incertezza delle valutazioni dell'esposizione giornaliera

L'incertezza della valutazione dell'esposizione alle vibrazioni dipende da molti fattori (vedasi al riguardo la norma EN14253:2003), tra i quali figurano:

- l'incertezza legata allo strumento/alla calibratura,
- l'esattezza dei dati originali (ad esempio, dati sull'emissione dichiarati dal produttore),
- la variazione del fattore umano (ad esempio, esperienza, velocità o modi di guida),
- la capacità del lavoratore di svolgere operazioni tipiche nel corso delle misurazioni,
- la ripetibilità dei compiti lavorativi,
- i fattori ambientali (ad esempio, pioggia, vento, temperatura),
- le variazioni nella macchina e nei sistemi di sospensione (ad esempio, necessità di una revisione, utilizzo a caldo)

Nel misurare l'intensità della vibrazione e il tempo d'esposizione, eventuali incertezze risultanti dalla valutazione dell'*A*(8) e dei VDV possono significare che il valore calcolato può essere compreso tra il 20% in più e il 40% in meno del valore reale. Nella stima del tempo d'esposizione e dell'entità della vibrazione — ad esempio, sulla base delle informazioni fornite dal lavoratore (tempo di esposizione) o dal fabbricante (entità) — l'incertezza della valuazione dell'esposizione giornaliera può essere molto maggiore.

Capitolo 3 Prevenzione o riduzione dell'esposizione

Per controllare l'esposizione occorre disporre di una strategia che consenta di ottenere un'efficace riduzione dell'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero.

Nel presente capitolo analizziamo il processo di sviluppo di una strategia di controllo e come stabilire la priorità delle misure al riguardo.

3.1 Sviluppo di una strategia di controllo

Sulla base della valutazione del rischio va stabilito quali sono i metodi di controllo dell'esposizione da applicare. Nel valutare il livello di esposizione alle vibrazioni occorre riflettere sui processi di lavorazione che sono all'origine di tali fenomeni. Capire perché i lavoratori sono esposti a forti vibrazioni e a rischi ergonomici servirà a determinare i metodi per ridurre o eliminare tali rischi.

Le fasi principali di questo processo di gestione sono:

- individuazione delle fonti principali delle vibrazioni;
- individuazione delle sorgenti principali degli effetti d'urto vibratori;
- classificazione di tali fonti in funzione del loro contributo in termini di esposizione;
- determinazione e valutazione di potenziali soluzioni in termini di attuabilità e di costo;
- fissazione di obiettivi realistici;
- assegnazione di priorità e definizione di un 'programma di azione ';
- definizione delle responsabilità di gestione e stanziamento di risorse adeguate;
- attuazione del programma;
- monitoraggio dei progressi compiuti;
- valutazione del programma.

La scelta del metodo per ridurre i rischi derivanti dalle vibrazioni al corpo intero dipenderà dagli aspetti pratici dei processi lavorativi specifici e dai livelli di esposizione rilevati al momento.

Potrebbe inoltre essere necessario modificare i controlli dei lavoratori particolarmente a rischio, ad esempio quelli che sono più esposti al rischio di lesioni indotte da vibrazioni e che presentano sintomi di patologie se esposti a valori inferiori al valore d'azione connesso all'esposizione.

L'attuazione di un programma di misure preventive deve avvenire, secondo la direttiva quadro, nel seguente ordine:

a) evitare i rischi;

b) valutare i rischi che non possono essere evitati;

c) combattere i rischi alla fonte;

d) adeguare il lavoro all'uomo, in particolare per quanto concerne la concezione dei posti di lavoro e la scelta delle attrezzature di lavoro e dei metodi di lavoro e di produzione, in particolare per alleviare il lavoro monotono e il lavoro ripetitivo e per ridurre gli effetti di questi lavori sulla salute;

e) tener conto del grado di evoluzione della tecnica;

f) sostituire ciò che è pericoloso con ciò che non è pericoloso o che è meno pericoloso;

g) programmare la prevenzione, mirando ad un complesso coerente che integri nella medesima la tecnica, l'organizzazione del lavoro, le condizioni di lavoro, le relazioni sociali e l'influenza dei fattori dell'ambiente di lavoro;

h) dare la priorità alle misure di protezione collettiva rispetto alle misure di protezione individuale;

i) impartire adeguate istruzioni ai lavoratori.

3.2 Consultazione e partecipazione dei lavoratori

Una gestione efficace dei rischi si basa sul sostegno e sulla partecipazione dei lavoratori, in particolare dei loro rappresentanti. Questi ultimi costituiscono un potenziale e valido canale di comunicazione con la manodopera e aiutano i lavoratori a comprendere le informazioni in materia di salute e sicurezza e a farne buon uso.

La lombalgia cronica può essere causata da vari fattori concomitanti, tra i quali anche l'esposizione alle vibrazioni al corpo intero, per cui potrebbero imporsi soluzioni di vario tipo. Alcune di queste potranno essere applicate più direttamente, mentre altre richiederanno cambiamenti a livello di organizzazione del lavoro. In realtà tali problemi possono essere contrastati in modo efficace solo sentendo i rappresentanti dei lavoratori.

Un'efficace consultazione si basa:

- sullo scambio di informazioni pertinenti con i lavoratori riguardo a misure di salvaguardia della salute e della sicurezza;
- sulla possibilità offerta ai lavoratori di esprimere le loro opinioni e contribuire tempestivamente alla soluzione di problemi legati alla salute e sicurezza;
- sulla valorizzazione e sulla presa in considerazione del punto di vista dei lavoratori.

Il processo di consultazione può sfociare nella definizione di misure di controllo più efficaci e più trasparenti per i lavoratori. L'efficacia di tali misure sarà garantita dalla collaborazione dei lavoratori. I lavoratori, che devono fruire di un'adeguata formazione e supervisione, hanno il dovere di utilizzare correttamente i macchinari e di collaborare con il datore di lavoro perché questi possa garantire loro un ambiente e condizioni di lavoro sicuri, in modo da ridurre al minimo e, se possibile, eliminare i rischi per la salute e sicurezza. L'esercizio di consultazione incoraggia la partecipazione e la cooperazione dei lavoratori alle misure di controllo, aumentando così le probabilità di riuscita dei controlli.

3.3 Controlli del rischio

Per controllare l'esposizione occorre evitare o ridurre l'esposizione alle vibrazioni al corpo intero. È anche possibile adottare provvedimenti per ridurre le probabilità di insorgenza o aggravamento di una lesione. È probabile che il controllo, per essere efficace, richieda una combinazione di metodi diversi.

Nel presente capitolo esaminiamo gli interventi tecnici ed organizzativi ed altri metodi da considerare in sede di definizione di adeguate misure di controllo.

3.3.1 Sostituzione di altri metodi operativi

Si potrebbero sperimentare metodi di lavoro diversi che evitino o riducano l'esposizione alle vibrazioni, ad esempio trasportando materiali tramite trasportatore anziché utilizzare macchinari mobili. Per essere aggiornati sui metodi applicati occorre consultare periodicamente:

- la propria associazione di categoria;
- altri esponenti del settore;
- i fornitori delle attrezzature;
- le pubblicazioni professionali.

3.3.2 Scelta delle attrezzature

Occorre assicurarsi che l'attrezzatura scelta o destinata ad una determinata operazione sia quella adatta e consenta di svolgere efficacemente il lavoro. L'uso di un'attrezzatura inadatta o inefficace prolungherà notevolmente la durata del lavoro, esponendo i lavoratori alle vibrazioni oltre il tempo necessario.

Occorre scegliere macchine con assetto di cabina e leve di comando disposti in modo tale da consentire all'operatore di mantenere una posizione eretta comoda, evitando di dover torcere troppo il busto o di restare girati per un periodo di tempo significativo.

La scelta dei pneumatici può rivelarsi importante; pneumatici adatti consentono infatti di assorbire certi effetti delle imperfezioni del terreno. Tuttavia, essi non sono in grado di attenuare le vibrazioni provocate da grosse zolle o solchi; inoltre, gomme molli su terreni ondulati possono amplificare il moto verticale del veicolo. La scelta deve ricadere su pneumatici che consentano al veicolo di percorrere tracciati accidentati.

3.3.3 Politica degli acquisti

Occorre assicurarsi che il servizio acquisti applichi una strategia di approvvigionamento di attrezzature adatte, che tenga conto anche delle questioni legate alla salute e alla sicurezza, senza trascurare l'emissione di

vibrazioni, i fattori ergonomici, le condizioni di visibilità nella guida e le esigenze operative.

I fornitori di macchinari destinati all'uso in Europa devono conformarsi alla direttiva Macchine (direttiva 2006/42/CE che abroga la direttiva 98/37/CE), secondo la quale, la macchina deve essere progettata e costruita in modo tale che i rischi dovuti alle vibrazioni trasmesse dalla macchina siano ridotti al livello minimo, tenuto conto del progresso tecnico e della disponibilità di mezzi atti a ridurre le vibrazioni, in particolare alla fonte. La direttiva stabilisce inoltre che il sedile deve essere progettato in modo da ridurre al livello più basso ragionevolmente possibile le vibrazioni trasmesse al conducente.

Il fornitore deve informare l'acquirente di eventuali rischi che la macchina comporta, ivi compresi quelli indotti dalle vibrazioni trasmesse al corpo intero. L'informazione sulle vibrazioni deve concernere:

- l'emissione di vibrazioni (come indicato nel manuale d'istruzioni);
- l'incertezza della misurazione.

Il fornitore deve inoltre essere in grado di prestare assistenza tecnica o consulenza in merito:

- alle circostanze nelle quali la macchina può generare esposizioni a vibrazioni al corpo intero di livello superiore al valore d'esposizione che fa scattare l'azione;
- alle circostanze nelle quali la macchina può generare esposizioni a vibrazioni al corpo intero di livello superiore al valore limite d'esposizione;
- ad ogni tipo di formazione speciale (dei conducenti, del personale addetto alla manutenzione e altri) consigliata per controllare l'esposizione alle vibrazioni al corpo intero;
- al mantenimento in buone condizioni della macchina;
- alla conferma che il sedile di cui è dotato il veicolo riduce l'esposizione alle vibrazioni al livello più basso ragionevolmente possibile;
- ad ogni altra opzione disponibile, consigliata per controllare le vibrazioni trasmesse al corpo intero in impieghi specifici della macchina.

Per quanto attiene alle macchine mobili, la direttiva Macchine prevede che costruttori o fornitori indichino nelle istruzioni:

"informazioni riguardo alle vibrazioni trasmesse dalla macchina al corpo intero:

- il valore quadratico medio massimo dell'accelerazione ponderata cui è esposto tutto il corpo, quando superi 0,5 m/s^2; se tale livello é inferiore o pari a 0,5m/s^2, occorre indicarlo"

3.3.4 Pianificazione dei compiti e schema dei processi

I cicli lavorativi vanno pianificati in modo da:

- contenere, nel limite del possibile, l'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero,
- ridurre il più possibile la durata dell'esposizione giornaliera a vibrazioni eccessive,
- evitare l'esposizione a forti urti e scosse e
- prevenire rischi maggiori di affezioni dorso-lombari con l'assunzione di posture di lavoro scorrette.

Spesso i veicoli circolanti su superfici sconnesse o accidentate sono i principali responsabili dell'esposizione alle vibrazioni. L'esposizione alle vibrazioni può essere ridotta e controllata:

- riducendo al minimo le distanze degli spostamenti,
- limitando la velocità del veicolo,
- migliorando il fondo stradale (rimozione degli ostacoli, riempimento delle buche, livellamento delle superfici percorse dai veicoli, ecc.),
- dotando il veicolo di un sedile sospeso, regolato secondo il peso del conducente.

Una corretta posizione è vitale per ridurre al minimo i rischi di lesioni dorso-lombari durante la conduzione del veicolo. La postura può essere migliorata:

- consentendo ai conducenti una migliore visibilità dal loro posto in cabina (per ridurre al minimo il movimento di torsione del dorso e del collo),
- riposizionando le leve di comando della macchina (per ridurre al minimo la frequenza delle tensioni),
- installando nel veicolo un sedile regolabile per tutti i tipi di conducenti e adatto allo spazio disponibile in cabina e al lavoro che si sta realizzando,
- utilizzando cinture di sicurezza per consentire al conducente di assumere la posizione più corretta, sostenendo il dorso.

3.3.5 Misure di protezione collettiva

Quando, in uno stesso luogo di lavoro, sono presenti i lavoratori di più imprese, i rispettivi datori di lavoro devono cooperare all'attuazione delle disposizioni relative alla sicurezza, all'igiene ed alla salute sul posto di lavoro. Essi possono, ad esempio, garantire la corretta manutenzione di un fondo stradale, per permettere il controllo dell'esposizione alle vibrazioni dei dipendenti di un'altra impresa impegnata nello stesso cantiere.

3.3.6 Informazione e formazione dei lavoratori

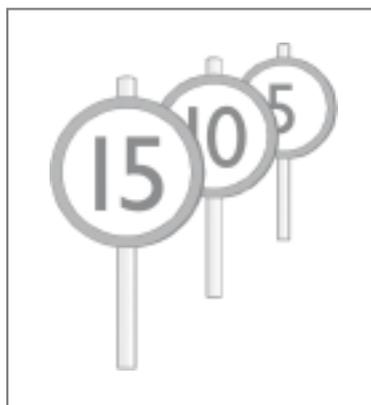
È importante fornire agli operatori ed ai supervisori informazioni con riguardo:

- a potenziali lesioni indotte dalle attrezzature di lavoro utilizzate;
- ai valori limite di esposizione e ai valori di esposizione che fanno scattare l'azione;
- ai risultati della valutazione del rischio associato alle vibrazioni e di qualsivoglia misurazione delle stesse;
- alle misure di controllo adottate, volte a eliminare o ridurre i rischi derivanti da vibrazioni trasmesse al corpo intero;
- alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni;
- all'utilità e ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di lesioni;
- alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria.

I lavoratori vanno addestrati alle tecniche di guida adatte per ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni. Essi devono essere informati delle conseguenze di una guida veloce e, se sono previsti limiti di velocità, delle ragioni di una simile imposizione.

Se il veicolo è dotato di sistemi di sospensione del sedile, va mostrato al conducente come regolarlo in funzione del proprio peso. Gli va inoltre mostrato come posizionare le leve del sedile (regolazione in senso longitudinale, altezza, angolatura dello schienale, ecc.) per ottenere la posizione migliore.

I conducenti e gli addetti alla manutenzione devono essere addestrati a riconoscere quando vanno revisionati o sostituiti elementi della macchina che incidono sull'esposizione alle vibrazioni e sulla postura, ad esempio il sistema di sospensione del sedile.

I lavoratori dovrebbero inoltre essere informati dell'impatto di attività non lavorative sul rischio per la loro salute. Per ridurre il rischio di insorgenza di patologie dorso-lombari occorre incoraggiare i lavoratori a salvaguardare le loro condizioni fisiche generali e a tener conto del fattore di rischio di lombalgie derivante da attività non lavorative, ad esempio il sollevamento di pesi con tecniche dannose per la schiena o il mantenere a lungo una posizione scorretta.

3.3.7 Orari di lavoro

Per controllare i rischi associati alle vibrazioni al corpo intero può essere necessario limitare il tempo di esposizione dei lavoratori alle vibrazioni emesse da certi tipi di veicoli o macchine.

3.3.8 Manutenzione

La manutenzione regolare dei veicoli, delle attrezzature accessorie e delle carreggiate contribuirà a ridurre al minimo l'entità di vibrazione e gli urti. Si tratta di:

- manutendere il fondo stradale;
- sostituire le parti usurate (ivi incluse le sospensioni del sedile);
- controllare e sostituire le masse smorzanti, i cuscinetti e gli ingranaggi difettosi;
- calibrare/regolare i motori;
- controllare lo stato dei pneumatici ed assicurarsi che la pressione sia adatta alle condizioni del terreno e del carico;
- lubrificare il sedile ed altri sistemi di sospensione.

3.3.9 Sedili a sospensione

Il fornitore dovrebbe fornire informazioni sul sedile adatto al veicolo da esso fornito. I sedili a sospensione non sempre sono quelli giusti; spetta al costruttore della macchina fornire un sedile progettato in modo da ridurre al livello più basso ragionevolmente possibile le vibrazioni trasmesse all'operatore o al conducente.

Se il veicolo è dotato di sedile a sospensione, è importante che il tipo di sospensione sia appropriata per quel veicolo. Una scelta sbagliata del sistema di sospensione del sedile può determinare un'esposizione alle vibrazioni maggiore di quella generata da un sedile privo di tale sistema. Tutti i sistemi di sospensione del sedile amplificano una determinata gamma di frequenze. Se le frequenze dominanti delle vibrazioni del veicolo rientrano in tale scala di valori di amplificazione, la sospensione del sedile peggiorerà l'esposizione del conducente alle vi-

brazioni. Le norme ISO EN 7096:2000, ISO EN 5007:1990 e EN 13490:2001 stabiliscono i criteri di prestazione rispettivamente delle macchine movimento terra, dei trattori agricoli e dei carrelli industriali, volti a garantire il corretto funzionamento delle sospensioni del sedile.

Inoltre, il sistema di sospensione del sedile va scelto in modo tale da escludere la possibilità, se utilizzato normalmente, che, alla fine del movimento oscillatorio, esso urti i blocchi di fine corsa. L'impatto con i fine corsa provoca vibrazioni d'urto che accrescono il rischio di lesioni alla schiena.

La sospensione del sedile deve essere facilmente accessibile e facile da regolare a seconda del peso e della taglia dell'operatore. Particolarmente importanti sono la regolazione dell'altezza, della posizione longitudinale e dell'angolo dello schienale. I cuscini del sedile devono rispettare criteri ergonomici.

Riferimenti normativi:

CEN/TR 15172-1, Whole-body vibration – Guidelines for vibration hazards reduction – Part 1: Engineering methods by design of machinery.

CEN/TR 15172-2, Whole-body vibration – Guidelines for vibration hazards reduction – Part 2: Management measures at the workplace.

3.4 Controllo e nuova valutazione delle vibrazioni

La gestione dell'esposizione alle vibrazioni è un processo continuativo. È necessario garantire che i sistemi di controllo siano debitamente applicati e che diano i risultati attesi

Nel presente capitolo esaminiamo come monitorare i controlli delle vibrazioni e quando ripetere la valutazione del rischio.

3.4.1 *Come accertare l'efficacia dei controlli delle vibrazioni trasmesse al corpo intero?*

Occorre verificare periodicamente i sistemi di controllo delle vibrazioni per assicurarsi che siano ancora pertinenti ed efficaci. È necessario:

- verificare regolarmente che i lavoratori (nonché preposti e supervisori) persistano nell'attuazione del programma di controlli predisposto;
- discutere regolarmente con tutti i lavoratori, gli addetti alla sicurezza e i rappresentanti del personale di eventuali problemi legati alle vibrazioni o alla postura derivanti dall'uso di veicoli o macchine o dalle modalità del loro utilizzo;
- verificare i risultati della sorveglianza sanitaria e consultarsi con i prestatori di servizi medico-sanitari circa l'efficacia di tali controlli e l'eventualità di un cambiamento.

3.4.2 *Quando è necessario procedere ad una nuova valutazione dei rischi?*

Occorre riconsiderare i rischi derivanti dalle vibrazioni e i sistemi per controllarli, ogniqualvolta intervengano cambiamenti nel posto di lavoro suscettibili di influire sul livello d'esposizione, ad esempio:

- introduzione di nuovi macchinari o processi,
- modifiche nello schema di lavoro o nei metodi di lavoro,
- variazioni nella durata dell'impiego di attrezzature vibranti,
- applicazione di nuove misure di controllo delle vibrazioni.

Occorrerà inoltre riesaminare i rischi qualora, in seguito, ad esempio, a controlli sanitari, sia dimostrata l'inefficacia delle misure di controllo esistenti.

Il grado di riesame dipenderà dalla natura dei cambiamenti intervenuti e dal numero di persone interessate. Una variazione nell'orario o negli schemi di lavoro può richiedere un nuovo calcolo dell'esposizione giornaliera degli addetti, ma non modificherà necessariamente il grado di intensità delle vibrazioni. L'introduzione di nuovi veicoli o macchinari può richiedere una rivalutazione completa.

È buona pratica riesaminare periodicamente la valutazione dei rischi e le procedure di lavoro applicate, anche in assenza di espliciti mutamenti. Novità nella tecnologia, nella progettazione delle macchine o nei metodi operativi riguardanti il proprio comparto industriale potrebbero consentire di ridurre ulteriormente i rischi.

Capitolo 4 Sorveglianza della salute

Il controllo della salute consiste nell'adottare procedure sistematiche, regolari ed appropriate per individuare problemi di salute connessi con il lavoro e nell'attuare interventi mirati. Gli obiettivi sono fondamentalmente la salvaguardia della salute dei lavoratori (ad esempio, identificando e proteggendo le persone che corrono i maggiori rischi) e la verifica dell'efficacia a lungo termine delle misure di controllo.

Il compito di controllare la salute è di chiara competenza nazionale e i metodi di attuazione di tale controllo nell'Unione europea non sono uniformi. La presente guida non intende fornire un orientamento definitivo al riguardo. Nel capitolo 4 si riaffermano le prescrizioni in materia di controllo della salute stabilite nella direttiva sulle vibrazioni e si riesaminano alcune tecniche di valutazione disponibili.

Alcune tecniche di controllo sanitario con riguardo alle vibrazioni trasmesse al corpo intero sono illustrate nell'allegato F.

4.1 Quando è necessario un controllo sanitario?

Gli Stati membri adotteranno misure volte a garantire un adeguato controllo della salute dei lavoratori allorché dall'esito della valutazione dei rischi associati alle vibrazioni trasmesse al corpo intero risulti un rischio per la loro salute. Dette misure, compresi i requisiti specificati per la documentazione medica e la relativa disponibilità, sono introdotte in base alle legislazioni e/o prassi nazionali.

Se la valutazione del rischio rivela la presenza di rischi per la salute dei lavoratori i datori di lavoro devono predisporre una sorveglianza sanitaria adeguata. Occorre effettuare controlli della salute dei lavoratori a rischio di lesioni indotte da vibrazioni quando:

- l'esposizione del lavoratore alle vibrazioni è tale che si possa stabilire un nesso tra detta esposizione e una data patologia o effetti nocivi per la salute,
- è probabile che la malattia o gli effetti sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore, e
- esistono tecniche sperimentate che consentono di individuare la malattia o gli effetti nocivi per la salute.
- In ogni caso, i lavoratori esposti ad un livello di vibrazioni meccaniche superiore al valore d'esposizione giornaliero che dà luogo ad un'azione hanno diritto ad essere sottoposti a sorveglianza sanitaria adeguata.

4.2 Che tipo di documentazione è necessaria?

Gli Stati membri prendono le misure atte a garantire che per ciascun lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria sia tenuta e venga aggiornata una documentazione medica personale, contenente un riepilogo dei risultati dei controlli sanitari effettuati. Essa è conservata in una forma idonea, che ne consenta la successiva consultazione, nel rispetto del segreto medico.

Su richiesta è fornita alle autorità competenti copia della documentazione appropriata. Il singolo lavoratore ha accesso, su richiesta, alla documentazione che lo riguarda personalmente.

4.3 Cosa fare se si accerta un problema di salute?

Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli che un lavoratore soffre di una malattia o affezione identificabile che un medico o uno specialista di medicina del lavoro attribuisce all'esposizione a vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro:

Informazione del lavoratore

Il medico o altra persona debitamente qualificata comunica al lavoratore i risultati del controllo sanitario che lo riguardano personalmente. Egli riceve in particolare le informazioni e i pareri relativi al controllo sanitario cui dovrà sottoporsi nel periodo successivo all'esposizione.

Informazione del datore di lavoro

Il datore di lavoro è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto medico.

Interventi del datore di lavoro

- sottoporre a revisione la valutazione dei rischi derivanti dalle vibrazioni al corpo intero;
- esaminare le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni al corpo intero;
- tener conto del parere dello specialista di medicina del lavoro o di altra persona adeguatamente qualificata, ovvero dell'autorità competente, nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio derivante dall'esposizione alle vibrazioni al corpo intero, compresa la possibilità di assegnare il lavoratore ad attività alternative che non comportano rischio di ulteriore esposizione; e
- organizzare una sorveglianza sanitaria continua e prendere misure affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione simile. In tali casi il medico competente o lo specialista di medicina del lavoro, ovvero l'autorità competente, può proporre che i soggetti esposti siano sottoposti a esame medico.

ALLEGATO A SINTESI DEGLI OBBLIGHI DEFINITI DALLA DIRETTIVA 2002/44/CE

Tabella A.1 Sintesi degli obblighi definiti dalla direttiva 2002/44/CE

Articolo della direttiva	*Da parte di chi?*	*In quale evenienza?*	*Obbligo*
Artícolo 4	Datore di lavoro	Rischio potenziale derivante da vibrazioni al corpo intero	**Determinazione e valutazione dei rischi:** ✓ Ricorrere all'aiuto di una persona o di un organismo qualificati per valutare i rischi derivanti dalle vibrazioni al corpo intero. ✓ Disporre dei risultati della valutazione dei rischi. ✓ Determinare le misure necessarie per controllare l'esposizione, nonché l'informazione e la formazione da dispensare ai lavoratori. ✓ Mantenere costantemente aggiornata la valutazione dei rischi.
Artícolo 5	Datore di lavoro	Rischi derivanti dalle vibrazioni	**Eliminazione o riduzione dell'esposizione:** ✓ Prendere provvedimenti di carattere generale per eliminare i rischi o ridurli al minimo
		Esposizioni superiori al **valore d'esposizione che fa scattare l'azione**	✓ Stabilire e applicare un programma di misure tese a escludere o ridurre al minimo le esposizioni alle vibrazioni trasmesse al corpo intero
		Esposizioni superiori al **valore limite di esposizione**	✓ Prendere provvedimenti immediati per evitare esposizioni che superino il valore limite ✓ Individuare le cause del superamento del valore limite di esposizione
		Lavoratori a rischio particolarmente esposti	✓ Adattare le misure alle esigenze dei lavoratori a rischio particolarmente esposti
Artícolo 6	Datore di lavoro	Lavoratori esposti ai rischi derivanti da vibrazioni al corpo intero	**Informazione e formazione dei lavoratori:** ✓ Dirette a tutti i lavoratori esposti a rischi associati a vibrazioni al corpo intero.
Artícolo 7	Datore di lavoro	Lavoratori esposti ai rischi derivanti dalle vibrazioni al corpo intero	**Consultazione e partecipazione dei lavoratori:** ✓ Consultare, in modo equilibrato e tempestivamente, i lavoratori ed i loro rappresentanti in merito alla valutazione dei rischi, alle misure di controllo, alla sorveglianza sanitaria e alla formazione.
Artícolo 8	Medico o altra persona debitamente qualificata	Nel caso si individui un problema di salute	**Sorveglianza sanitaria:** ✓ Informare il lavoratore dell'esito della sorveglianza sanitaria ✓ Informare e consigliare il lavoratore sul controllo sanitario cui dovrà sottoporsi nel periodo successivo all'esposizione alle vibrazioni al corpo intero. ✓ Trasmettere al datore di lavoro i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria
	Datore di lavoro	Nel caso si individui un problema di salute	✓ Sottoporre a revisione la valutazione dei rischi ✓ Eliminare o ridurre ulteriormente i rischi ✓ Riesaminare lo stato di salute dei lavoratori che hanno subito un'esposizione simile.
	Datore di lavoro	Esposizioni superiori al **valore di esposizione che fa scattare l'azione**	✓ I lavoratori hanno diritto ad essere sottoposti ad un controllo sanitario adeguato.

ALLEGATO B Cosa si intende per "vibrazioni"?

B.1 COSA SONO LE "VIBRAZIONI"?

Le vibrazioni si hanno quando un corpo oscilla sotto la spinta di forze esterne e interne (figura B.1). Nel caso delle vibrazioni trasmesse a tutto il corpo possono vibrare il sedile di un veicolo o la piattaforma sulla quale l'operatore sta in piedi e trasmettere tale movimento al corpo del conducente.

Figura B.1 Vibrazioni trasmesse al corpo intero

B.2 COSA SI MISURA?

La vibrazione è definita dalla sua entità e dalla sua frequenza. L'ampiezza della vibrazione potrebbe essere espressa in spostamento (in metri), velocità (in metri al secondo) o accelerazione di vibrazione (in metri al secondo quadro o m/s^2). Tuttavia, la maggior parte dei trasduttori di vibrazione dà un risultato connesso con l'accelerazione (il risultato dipende dalla forza esercitata su una massa fissa nel trasduttore e, per una massa fissa, la forza e l'accelerazione sono direttamente correlate); pertanto, tradizionalmente si utilizza l'accelerazione per descrivere la vibrazione.

Il trasduttore di vibrazione misura l'accelerazione in un'unica direzione, per cui, per avere un quadro più completo della vibrazione su una superficie, sono necessari tre trasduttori: uno per ciascun asse indicato nell'illustrazione della figura B.2.

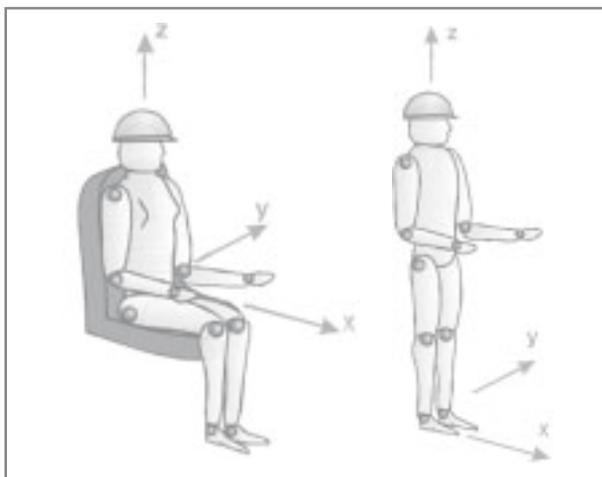



Figura B.2 Assi di misurazione della vibrazione

B.3 COSA SI INTENDE PER 'FREQUENZA' E 'PONDERAZIONE IN FREQUENZA'?

La frequenza rappresenta il numero di moti oscillatori eseguiti al secondo da un corpo vibrante. Essa è espressa in cicli al secondo, più noti col nome di hertz (abbreviato in Hz).

Per le vibrazioni a corpo intero, le frequenze considerate importanti sono comprese tra 0,50 e 80 Hz. Tuttavia, poiché il rischio di danno non è lo stesso per tutte le frequenze, per rappresentare la probabilità di danno alle diverse frequenze si utilizza una *ponderazione in frequenza*. Di conseguenza, l'accelerazione ponderata diminuisce con l'aumentare della frequenza. Per le vibrazioni a corpo intero si applicano due ponderazioni di frequenza differenti: la prima (la *ponderazione Wd*) interessa i due assi laterali, (x) e (y), l'altra (la *ponderazione Wk*) si applica all'asse di vibrazione verticale (z).

Per quanto riguarda i rischi per la salute derivanti dalle vibrazioni trasmesse al corpo intero, va applicato un fattore moltiplicatore addizionale ai valori di vibrazione ponderati in frequenza. Per i due assi laterali (x) e (y) i valori di accelerazione si moltiplicano per 1,4. mentre per quello verticale (z), il fattore è 1,0.

B.4 SULLA BASE DI QUALI PARAMETRI SI VALUTA L'ESPOSIZIONE?

La direttiva sulle vibrazioni consente di utilizzare due metodiche di valutazione delle vibrazioni:

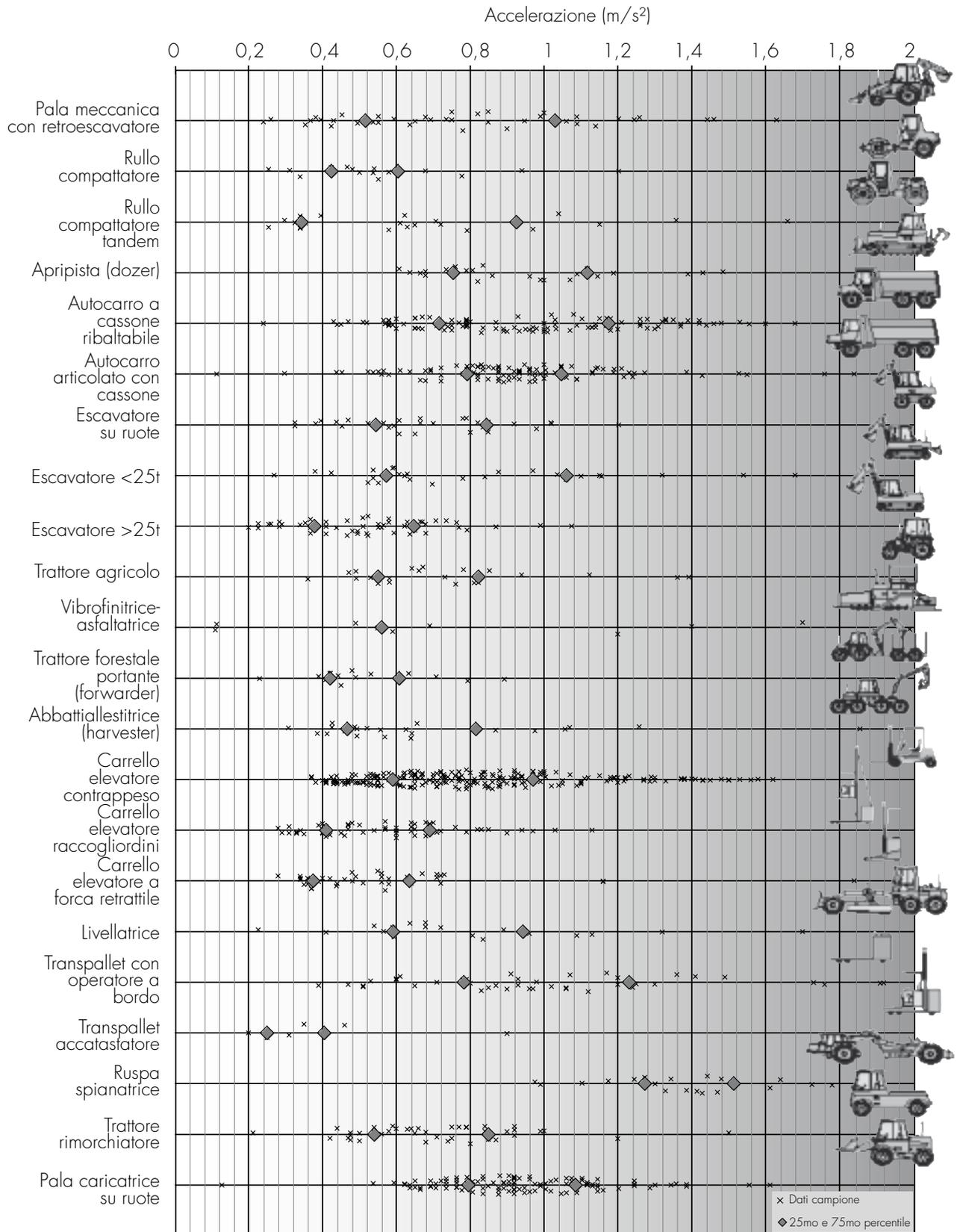
- l'esposizione giornaliera, A(8), espressa in accelerazione continua equivalente su un periodo di 8 ore; il valore A(8) si basa sulla media quadratica del segnale di accelerazione e la sua unità di misura è il m/s^2; e
- il valore della dose della vibrazione (VDV), che è una dose cumulativa, definita sulla base della media alla quarta potenza del segnale di accelerazione (procedimento *rmq*), espresso in $m/s^{1,75}$.

Entrambi i parametri, A(8) e VDV, sono definiti nella norma ISO 2631-1:1997.

La figura B.3 offre alcuni esempi di grandezze di vibrazione per le macchine utensili meccaniche portatili di uso comune.

Figura B.3 Esempi di ampiezze di vibrazioni prodotte da macchine di uso comune

Campione di dati basati su misurazioni, effettuate sul campo, dei valori di vibrazionedeterminati lungo l'asse dominante, realizzate dall'INRS (coadiuvato da CRAM e Prevencem), dall'HSL e dal laboratorio di prova RMS tra il 1997 e il 2005. Tali dati sono riportati a titolo puramente esemplificativo e non sono rappresentativi dell'impiego delle macchine in tutte le condizioni.

Il 25imo e 75imo punto percentile indicano ampiezze vibratorie che corrispondono o sono inferiori rispettivamente al 25% o al 75% dei valori misurati.

B.5 Quali strumenti utilizzare?

Gli apparecchi di misurazione delle vibrazioni a corpo intero devono essere conformi alle specifiche della norma ISO 8041:2005 relativa agli strumenti di misura delle vibrazioni trasmesse al corpo intero.

Riferimenti normativi:

ISO 2631-1:1997 Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration – Part 1: General requirements

EN 14253:2003 Vibrazione meccaniche — Misurazione e calcolo della esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero al fine di tutelare la salute dell'operatore— Guida pratica.

ALLEGATO C Rischi per la salute, segni e sintomi clinici

C.1 EFFETTI DELLE VIBRAZIONI AL CORPO INTERO NELL'UOMO

La trasmissione di vibrazioni al corpo dipende dalla posizione assunta durante il lavoro. Gli effetti delle vibrazioni sono pertanto complessi. L'esposizione alle vibrazioni al corpo intero causa movimenti e tensioni nel corpo umano che possono:

- causare disagio,
- compromettere la prestazione,
- aggravare lesioni dorso-lombari preesistenti e
- presentare un rischio per la salute e la sicurezza.

Se il corpo è interessato da vibrazioni a bassa frequenza si possono produrre fenomeni di cinetosi.

Studi epidemiologici sull'esposizione a lungo termine alle vibrazioni al corpo intero hanno dimostrato l'esistenza di un rischio elevato per la salute, soprattutto del tratto lombare del rachide, ma anche del collo e della spalla. Alcuni studi specifici hanno fornito elementi a riprova degli effetti sul sistema digestivo, sugli organi riproduttivi femminili e sul sistema venoso periferico.

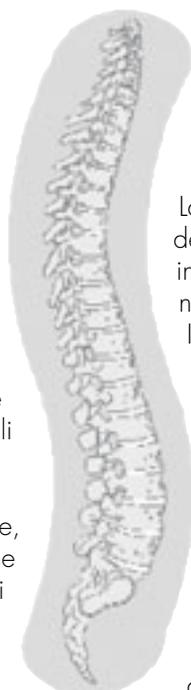
C.2 DOLORI ALLA REGIONE LOMBARE E DISTURBI MUSCOLOSCHELETRICI A CARICO DELLA SCHIENA, DELLE SPALLE E DEL COLLO

I risultati di studi epidemiologici mostrano una maggiore prevalenza di dolori lombo-sacrali, ernie discali e degenerazione precoce della spina dorsale nei gruppi esposti a vibrazioni di tutto il corpo. Si suppone che un'esposizione di maggior durata e una più forte intensità di vibrazione aumentino il rischio, mentre i periodi di riposo lo riducono. Molti conducenti lamentano anche disturbi alla cervice e alle spalle, benché i risultati delle ricerche epidemiologiche non abbiano appurato simili effetti.

Le affezioni alla regione lombo-sacrale e dorsale, alle spalle o alla cervice non sono specifiche dell'esposizione alle vibrazioni. Esistono molti elementi che inducono confusione, ad esempio, la postura assunta durante il lavoro, le caratteristiche antropometriche, il tono muscolare, il carico di lavoro fisico e la predisposizione individuale (età, disturbi preesistenti, forza muscolare, ecc.).

La conduzione di macchine mobili comporta non solo l'esposizione alle vibrazioni a tutto il corpo, ma anche a numerosi altri fattori che provocano tensioni alla schiena, alla spalla o al collo. Tra questi si segnalano:

- posizioni sedute prolungate in posture forzate,
- posizioni sedute prolungate in posture scorrette,
- torsioni frequenti della colonna vertebrale,
- necessità di assumere posizioni con il capo girato,
- frequente sollevamento e movimentazione di materiale (ad esempio, nel caso dei conducenti di camion per la consegna di merci),
- lesioni traumatiche,
- movimenti imprevisti,
- condizioni climatiche sfavorevoli e
- sollecitazioni.

In alcuni paesi e in determinate condizioni, i disturbi lombari a carico dei lavoratori esposti a vibrazioni trasmesse al corpo intero sono considerati una malattia professionale.

C.3 ALTRI DISTURBI

La questione relativa alla possibile correlazione dell'esposizione alle vibrazioni trasmesse al corpo intero con disturbi digestivi o circolatori o conseguenze negative sul sistema riproduttivo rimane tuttora aperta. In alcuni casi si è registrata una maggiore prevalenza di segnalazioni di disturbi gastrointestinali, di ulcera peptica e gastrite nei conducenti di veicoli vibranti. Le vibrazioni a tutto il corpo sembrano essere un fattore che, associato alla posizione assisa prolungata dei conducenti, contribuisce alla comparsa di vene varicose e di emorroidi. Alcuni studi specifici hanno fornito elementi a riprova degli effetti sul sistema digestivo, sugli organi riproduttivi femminili e sul sistema venoso periferico. Uno studio in particolare rivela un'incidenza superiore alla norma di mortinatalità dei feti partoriti da donne esposte alle vibrazioni nel settore dei trasporti.

ALLEGATO D Strumenti per calcolare l'esposizione giornaliera

D.1 STRUMENTI DISPONIBILI IN RETE

In rete sono disponibili alcuni calcolatori che facilitano il conteggio dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni, ad esempio:

www.hse.gov.uk/vibration/wbv/wholebodycalc.htm

www.dguv.de/bgia/de/pra/softwa/kennwertrechner/index.jsp

D.2 GRAFICO DELL'ESPOSIZIONE GIORNALIERA

Il grafico della figura D.1 indica un semplice metodo alternativo per determinare le esposizioni giornaliere o le esposizioni parziali alle vibrazioni senza la necessità di un calcolatore.

Nel grafico si considera semplicemente la linea A(8) o appena al di sopra di questa, nella quale coincidono le linee del valore di grandezza di vibrazione $(ka_w)_{max}$ e del tempo d'esposizione (il fattore *k* è 1,4 per gli assi (x) e (y) o 1,0 per l'asse (z), ossia la direzione verticale).

La zona della figura D.1 contrassegnata in verde indica le esposizioni probabilmente al di sotto del valore d'esposizione che fa scattare l'azione. Tali esposizioni non devono considerarsi "sicure". Vi può essere un rischio di lesione indotto da esposizioni a vibrazioni di tutto il corpo inferiori al valore d'esposizione che dà luogo all'azione; alcune esposizioni nella zona verde possono causare lesioni in alcuni lavoratori, in particolare dopo molti anni d'esposizione.

D.3 NOMOGRAMMA DELL'ESPOSIZIONE GIORNALIERA

Il nomogramma della figura D.2 fornisce un metodo alternativo semplice per determinare le esposizioni giornaliere alle vibrazioni, senza bisogno di equazioni:

(a) Sulla linea di sinistra cercare il punto corrispondente alla grandezza di vibrazione (utilizzare la scala di sinistra per i valori determinati sugli assi (x) e (y) e la scala di destra per i valori relativi all'asse (z)).

(b) Tracciare una linea dal punto della linea di sinistra (che rappresenta la grandezza della vibrazione) fino ad un punto della linea di destra(che rappresenta il tempo di esposizione).

Leggere le esposizioni parziali nei punti in cui la linea incrocia la scala centrale.

Esempio:
1,2m/s² per 4 ore 30 min
equivale a A(8)=0,9m/s²
(ka$_w$)$_{max}$ (m/s²)
Tempo di esposizione (hh:mm)
A(8)=2,0 m/s²
A(8)=1,8 m/s²
A(8)=1,6 m/s²
A(8)=1,4 m/s²
A(8)=1,2 m/s²
A(8)=1,15m/s²
A(8)=1,0 m/s²
A(8)=0,8 m/s²
A(8)=0,6 m/s²
A(8)=0,5 m/s²
A(8)=0,4 m/s²
A(8)=0,2m/s²

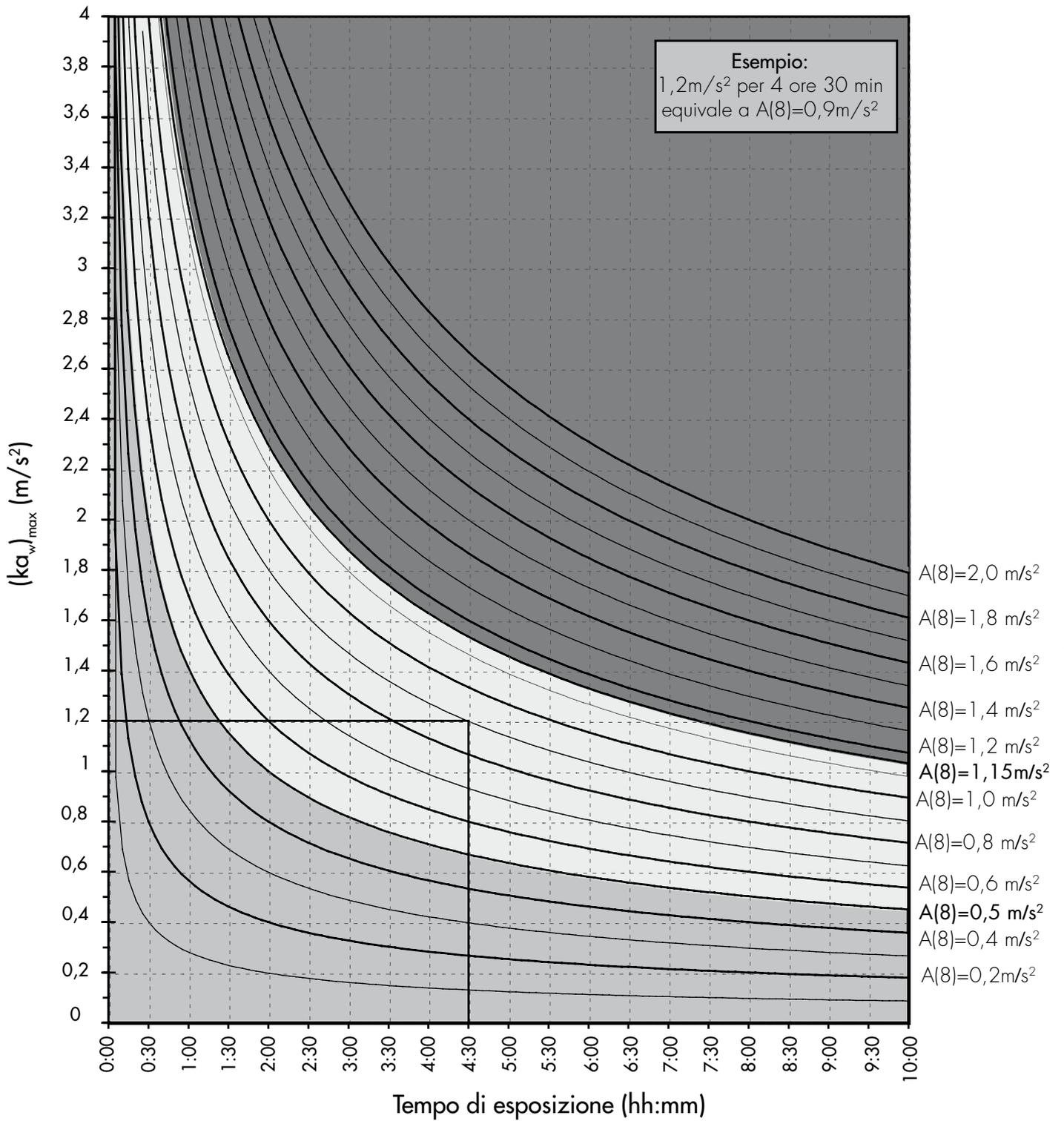
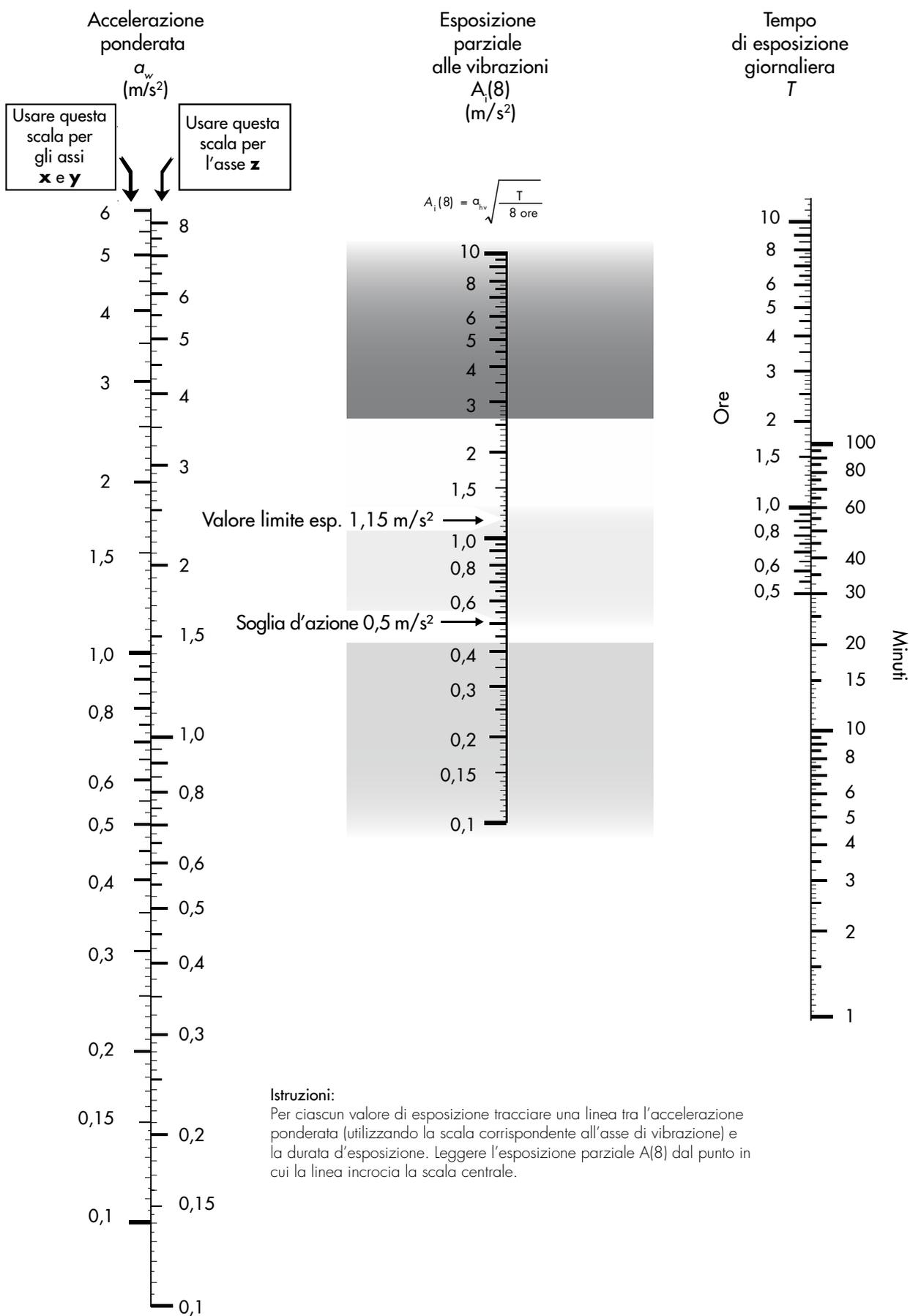



FIGURA D.2 - NOMOGRAMMA PER I VALORI DI A(8)

Istruzioni:
Per ciascun valore di esposizione tracciare una linea tra l'accelerazione ponderata (utilizzando la scala corrispondente all'asse di vibrazione) e la durata d'esposizione. Leggere l'esposizione parziale A(8) dal punto in cui la linea incrocia la scala centrale.

D.4 Sistema dei punti di esposizione

La gestione dell'esposizione alle vibrazioni al corpo intero può essere semplificata mediante un sistema di "punti" di esposizione. Per qualsivoglia veicolo o macchinario manovrati, il numero dei punti di esposizione accumulati in un'ora ($P_{E,1h}$ in punti all'ora) può essere ottenuto sulla base della grandezza di vibrazione a_w in m/s² e del fattore k (1,4 per gli assi (x) e (y) o 1,0 per l'asse (z)) mediante la seguente formula:

$$P_{E,1h} = 50(ka_w)^2$$

Per ottenere il punteggio massimo di esposizione di una persona in un giorno si sommano semplicemente i punti di esposizione.

I valori di esposizione corrispondenti al valore di esposizione che fa scattare l'azione e al valore limite di esposizione sono:

- valore d'esposizione che dà luogo all'azione (0,5 m/s²) = 100 punti;
- valore limite di esposizione (1,15 m/s²) = 529 punti.

In genere il numero di P_E, punti di esposizione, è definito dalla seguente formula:

$$P_E = \left(\frac{ka_w}{0{,}5 m/s^2}\right)^2 \frac{T}{8 \text{ ore}} 100$$

Laddove aw corrisponde al valore della grandezza di vibrazione in m/s², T è il tempo di esposizione in ore e k il fattore moltiplicatore di 1,4 per gli assi (x) e (y) o 1,0 per l'asse (z).

In alternativa, la figura D.3 indica un metodo semplice per calcolare il numero di punti di esposizione.

L'esposizione giornaliera A(8) è calcolabile dal punto di esposizione applicando la seguente formula:

$$A(8) = 0{,}5 m/s^2 \sqrt{\frac{P_E}{100}}$$

Figura D.3 Tavola dei punti di esposizione (valori arrotondati)

Accelerazione x k (m/s²)	15m	30m	1h	2h	3h	4h	5h	6h	8h	10h	12h
2	50	100	200	400	600	800	1000	1200	1600	2000	2400
1,9	45	90	180	360	540	720	905	1100	1450	1800	2150
1,8	41	81	160	325	485	650	810	970	1300	1600	1950
1,7	36	72	145	290	435	580	725	865	1150	1450	1750
1,6	32	64	130	255	385	510	640	770	1000	1300	1550
1,5	28	56	115	225	340	450	565	675	900	1150	1350
1,4	25	49	98	195	295	390	490	590	785	980	1200
1,3	21	42	85	170	255	340	425	505	675	845	1000
1,2	18	36	72	145	215	290	360	430	575	720	865
1,1	15	30	61	120	180	240	305	365	485	605	725
1	13	25	50	100	150	200	250	300	400	500	600
0,9	10	20	41	81	120	160	205	245	325	405	485
0,8	8	16	32	64	96	130	160	190	255	320	385
0,7	6	12	25	49	74	98	125	145	195	245	295
0,6	5	9	18	36	54	72	90	110	145	180	215
0,5	3	6	13	25	38	50	63	75	100	125	150
0,4	2	4	8	16	24	32	40	48	64	80	96
0,3	1	2	5	9	14	18	23	27	36	45	54
0,2	1	1	2	4	6	8	10	12	16	20	24

Tempo di esposizione giornaliera

ALLEGATO E Esempi pratici dl esposizione giornaliera

E.1 ESPOSIZIONE GIORNALIERA: A(8), ALLORCHÉ SI ESPLETA UN'UNICA MANSIONE

Fase 1: Determinare i tre valori di accelerazione ponderata, in frequenza, *r.m.s*, a_{wx}, a_{wy} e a_{wz}., sulla base dei dati dichiarati dal costruttore, ricavati da altre fonti o dalle misurazioni.

Fase 2: Calcolare le esposizioni giornaliere lungo i tre assi (x), (y) e (z) applicando la seguente formula:

$$A_x(8) = 1,4 a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$A_y(8) = 1,4 a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$A_z(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

laddove

- ✓ T_{exp} è la durata dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni e
- ✓ T_0 è la durata di riferimento di otto ore.

Fase 3: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni è data dal valore massimo di $A_x(8)$, $A_y(8)$ e $A_z(8)$.

Esempio

Un conducente di una macchina forestale aziona il veicolo per 6 ore e mezza al giorno.

Fase 1: I valori di vibrazione sul sedile sono i seguenti:

- asse (x): 0,2 m/s²
- asse (y): 0,4 m/s²
- asse (z): 0,25 m/s²

Fase 2: I valori di esposizione giornaliera relativi agli assi (x), (y) e (z) equivalgono quindi a:

$$A_x(8) = 1,4 \times 0,2 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,25 m/s^2$$

$$A_y(8) = 1,4 \times 0,4 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,5 m/s^2$$

$$A_z(8) = 0,25 \sqrt{\frac{6,5}{8}} = 0,23 m/s^2$$

Fase 3: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni, ossia il valore A(8), costituisce pertanto il valore più elevato. In questo caso corrisponde all'asse (y): 0,5m/s² (vale a dire al valore di esposizione che fa scattare l'azione).

E.2 ESPOSIZIONE GIORNALIERA: A(8), ALLORCHÉ SI ESPLETANO PIÙ MANSIONI

Se una persona è esposta a più fonti di vibrazioni (ad esempio, perché alterna l'uso di due o più macchine di tipo diverso o svolge attività diverse durante il giorno) si calcola un'*esposizione parziale alle vibrazioni* in base alla grandezza e alla durata per ciascun asse e per ciascuna esposizione. Per ottenere il valore dell'esposizione giornaliera totale, A(8), per quella data persona, determinato per ciascun asse, si combinano i valori parziali di vibrazione. L'esposizione giornaliera alle vibrazioni equivale quindi al più alto dei valori corrispondenti ai tre singoli assi.

Fase 1: Determinare i tre valori di accelerazione ponderata, in frequenza, *r.m.s*, a_{wx}, a_{wy} e a_{wz}, relativamente a ciascuna attività o a ciascun veicolo, sulla base dei dati dichiarati dal costruttore o ricavati da altre fonti o dalle misurazioni.

Fase 2: Per ciascun veicolo o compito, calcolare le esposizioni giornaliere parziali lungo i tre assi (x), (y) e (z) applicando la seguente formula:

$$A_{x,i}(8) = 1,4 a_{wx} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$A_{y,i}(8) = 1,4 a_{wy} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

$$A_{z,i}(8) = a_{wz} \sqrt{\frac{T_{exp}}{T_0}}$$

laddove

✓ T_{exp} è la durata dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni e

✓ T_0 è la durata di riferimento di otto ore.

Ogni esposizione parziale alle vibrazioni rappresenta il contributo di una particolare sorgente di vibrazioni (macchina o attività) all'esposizione giornaliera totale del lavoratore. Conoscere i valori di esposizione parziale aiuta a definire le priorità: nell'applicare misure di controllo occorre infatti considerare prioritari le macchine, le attività o i processi per i quali si riscontrano i valori più elevati.

Fase 3: Per ciascun asse (*j*), l'esposizione giornaliera globale alle vibrazioni può essere calcolata in base ai valori di esposizione parziale alle vibrazioni, applicando la seguente formula:

$$A_j(8) = \sqrt{A_{j1}(8)^2 + A_{j2}(8)^2 + A_{j3}(8)^2 + \ldots}$$

laddove $A_{j1}(8)$, $A_{j2}(8)$, $A_{j3}(8)$, ecc. sono i valori di esposizione parziale alle vibrazioni riferiti alle diverse sorgenti di vibrazioni.

Fase 4: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni è data dal valore più alto tra $A_x(8)$, $A_y(8)$ e $A_z(8)$.

Esempio

Nel suo orario di lavoro giornaliero, un addetto alla consegna delle merci impiega 1 ora a caricare il suo autocarro con l'aiuto di un carrello elevatore a forca e le restanti 6 ore le passa al volante.

Fase 1: I valori di vibrazione al sedile sono:

Carrello elevatore a forca	Autocarro per la consegna
✓ asse (x): 0,5 m/s²	✓ asse (x): 0,2 m/s²
✓ asse (y): 0,3 m/s²	✓ asse (y): 0,3 m/s²
✓ asse (z): 0,9 m/s²	✓ asse (z): 0,3 m/s²

Fase 2: Le esposizioni giornaliere per (x), (y) e (z) sono quindi:

Carrello elevatore a forca

$$A_{x,forklift}(8) = 1,4 \times 0,5 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,25 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y,forklift}(8) = 1,4 \times 0,3 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,15 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z,forklift}(8) = 0,9 \sqrt{\frac{1}{8}} = 0,32 \text{ m/s}^2$$

Autocarro per la consegna

$$A_{x,lorry}(8) = 1,4 \times 0,2 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,24 \text{ m/s}^2$$

$$A_{y,lorry}(8) = 1,4 \times 0,3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,36 \text{ m/s}^2$$

$$A_{z,lorry}(8) = 0,3 \sqrt{\frac{6}{8}} = 0,26 \text{ m/s}^2$$

Fase 3: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni riferita a ciascun asse è:

$$A_x(8) = \sqrt{0,25^2 + 0,24^2} = 0,3 \text{ m/s}^2$$

$$A_y(8) = \sqrt{0,15^2 + 0,36^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

$$A_z(8) = \sqrt{0,32^2 + 0,26^2} = 0,4 \text{ m/s}^2$$

Fase 4: L'esposizione giornaliera totale del conducente alle vibrazioni al corpo intero corrisponde al valore A(8) più elevato, nella fattispecie il valore per gli assi (y) o (z): ossia 0,4 m/s², ossia appena al di sotto del valore di esposizione connesso con l'azione.

E.3 Esposizione giornaliera: VDV, allorché si espleta un'unica mansione

Fase 1: Determinare i tre VDV, VDV_x, VDV_y e VDV_z, ponderati in frequenza.
Nota: dal momento che i VDV sono meno diffusi dei dati r.m.s. e non devono essere comunicati dai fabbricanti, è probabile che i valori VDV siano ricavati dai dati misurati piuttosto che da quelli pubblicati).

Fase 2: Calcolare le esposizioni giornaliere nelle tre direzioni (x), (y) e (z) applicando la seguente formula:

$$VDV_{exp,x,i} = 1,4 \times VDV_x \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,y,i} = 1,4 \times VDV_y \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,z,i} = VDV_z \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}}\right)^{1/4}$$

laddove

✓ T_{meas} indica il periodo di misurazione e

✓ T_{exp} è la durata dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni.

Fase 3: Il VDV giornaliero è dato dal valore massimo tra $VDV_{exp,x}$, $VDV_{exp,y}$ e $VDV_{exp,z}$.

Esempio

Un conducente siede alla guida di una macchina forestale per 6 ore a mezza al giorno.

Fase 1: I VDV misurati al sedile durante un periodo di misurazione di 2 ore sono:

✓ asse (x): 3 $m/s^{1,75}$

✓ asse (y): 5 $m/s^{1,75}$

✓ asse (z): 4 $m/s^{1,75}$

Fase 2: Le esposizioni VDV riferite alle direzioni (x), (y) e (z) sono quindi:

$$VDV_{exp,x} = 1,4 \times 3 \left(\frac{6,5}{2}\right)^{1/4} = 5,6\ m/s^{1,75}$$

$$VDV_{exp,y} = 1,4 \times 5 \left(\frac{6,5}{2}\right)^{1/4} = 9,4\ m/s^{1,75}$$

$$VDV_{exp,z} = 4 \left(\frac{6,5}{2}\right)^{1/4} = 5,4\ m/s^{1,75}$$

Fase 3: Il VDV giornaliero corrisponde al più elevato di tali valori. In questo caso, è l'asse (y): 9,4 $m/s^{1,75}$ ossia appena al di sopra del valore di esposizione VDV che dà luogo all'azione.

E.4 Esposizione giornaliera: VDV, allorché si espletano più mansioni

Se una persona è esposta a più sorgenti di vibrazioni (ad esempio, perché alterna l'uso di due o più macchine di tipo diverso o svolge attività diverse durante il giorno) si calcola un *VDV (valore della dose di vibrazioni) parziale* in base alla grandezza e alla durata per ciascun asse e per ciascuna esposizione. Per ottenere il valore totale della dose di vibrazioni giornaliera, VDV, per quella data persona, determinato per ciascun asse, si combinano i valori parziali della dose di vibrazioni. Il VDV giornaliero equivale quindi al più alto dei valori corrispondenti ai tre singoli assi.

Fase 1: Determinare i tre VDV, VDV_x, VDV_y e VDV_z, ponderati in frequenza, relativamente a ciascuna attività o a ciascun veicolo.

Fase 2: Calcolare i VDV parziali nelle tre direzioni (x), (y) e (z), applicando la seguente formula:

$$VDV_{exp,x} = 1,4 \times VDV_x \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,y} = 1,4 \times VDV_y \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}}\right)^{1/4}$$

$$VDV_{exp,z} = VDV_z \left(\frac{T_{exp}}{T_{meas}}\right)^{1/4}$$

laddove

✓ T_{meas} indica il periodo di misurazione e

✓ T_{exp} è la durata dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni.

Fase 3: Per ciascun asse (*j*), il VDV giornaliero globale può essere calcolato in base ai valori d'esposizione parziale alle vibrazioni, applicando la seguente formula:

$$VDV_j = (VDV_{j1}^4 + VDV_{j2}^4 + VDV_{j3}^4 + K)^{1/4}$$

laddove VDV_{j1}, VDV_{j2}, VDV_{j3} ecc. sono i valori d'esposizione parziale alle vibrazioni riferiti alle diverse fonti di vibrazione.

Fase 4: Il VDV giornaliero è dato dal valore massimo tra VDV_x, VDV_y e VDV_z.

Esempio

Nel suo orario di lavoro giornaliero, un addetto alla consegna delle merci impiega 1 ora a caricare il suo autocarro con l'aiuto di un carrello elevatore a forca e le restanti 6 ore le passa al volante.

Fase 1: I valori di vibrazione al sedile, rilevati per 1 ora di lavoro sul carrello elevatore a forca e 4 ore sull'autocarro adibito alla consegna delle merci, sono i seguenti:

Carrello elevatore a forca	Autocarro per la consegna
✓ asse x: 6 $m/s^{1,75}$	✓ asse x: 4 $m/s^{1,75}$
✓ asse y: 4 $m/s^{1,75}$	✓ asse y: 5 $m/s^{1,75}$
✓ asse z: 12 $m/s^{1,75}$	✓ asse z: 6 $m/s^{1,75}$

Fase 2: I VDV parziali relativi alle direzioni (x), (y) e (z) sono quindi i seguenti:

Carrello elevatore a forca

$$VDV_{exp,x,flt} = 1,4 \times 6 \left(\frac{1}{1}\right)^{1/4} = 8 m/s^{1,75}$$

$$VDV_{exp,y,flt} = 1,4 \times 4 \left(\frac{1}{1}\right)^{1/4} = 6 m/s^{1,75}$$

$$VDV_{exp,y,flt} = 12 \left(\frac{1}{1}\right)^{1/4} = 12 m/s^{1,75}$$

Autocarro per la consegna

$$VDV_{exp,x,lorry} = 1,4 \times 4 \left(\frac{6}{4}\right)^{1/4} = 6 m/s^{1,75}$$

$$VDV_{exp,y,lorry} = 1,4 \times 5 \left(\frac{6}{4}\right)^{1/4} = 8 m/s^{1,75}$$

$$VDV_{exp,z,lorry} = 6 \left(\frac{6}{4}\right)^{1/4} = 7 m/s^{1,75}$$

Fase 3: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni, per ciascun asse corrisponde a:

$VDV_x = (8^4 + 6^4)^{1/4} = 9\ m/s^{1,75}$

$VDV_y = (6^4 + 8^4)^{1/4} = 9\ m/s^{1,75}$

$VDV_z = (12^4 + 7^4)^{1/4} = 12\ m/s^{1,75}$

Fase 4: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni a tutto il corpo dell'operatore equivale al VDV al più elevato , in questo caso il valore relativo all'asse (z): 12 $m/s^{1,75}$ vale a dire, tra il VDV connesso con l'azione e il valore limite di esposizione.

E.5 Esposizione giornaliera: A(8), applicando il sistema a punti del calcolo dell'esposizione

(Nota: è lo stesso esempio in cifre riportato nell'allegato E.2 applicando il metodo a punti)

Se si dispone dei valori di accelerazione in m/s²:

Fase 1: Determinare i valori dei punti relativamente a ciascuna attività o a ciascun veicolo, utilizzando la figura D.3 per ottenere i punti di esposizione sulla base del valore d'accelerazione, del fattore k e del tempo di esposizione.

Fase 2: Per ciascun asse aggiungere i punti per macchina per ottenere il totale dei punti giornalieri per asse.

Fase 3: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni in punti è data dal valore più alto tra quelli dei tre assi.

Esempio

Nel suo orario di lavoro giornaliero, un addetto alla consegna delle merci impiega 1 ora a caricare il suo autocarro con l'aiuto di un carrello elevatore a forza e le restanti 6 ore le passa al volante.

Fase 1: Le esposizioni giornaliere corrispondenti alle direzioni (x), (y) e (z) sono:

Carrello elevatore a forza
✓ asse x: 0,5 x 1,4 = 0,7
✓ asse y: 0,3 x 1,4 = 0,42
✓ asse z: 0,9
Punti dopo 1 ora di utilizzo (in base alla figura D.3)
✓ 0,7 m/s² per 1 ora = 25 punti
✓ 0,5* m/s² per 1 ora = 13 punti
✓ 0,9 m/s² per 1 ora = 41 punti

* 0.42 m/s² non è indicato nella figura D.3, pertanto si applica il valore approssimativo immediatamente più elevato ossia 0.5 m/s².

Autocarro per la consegna
✓ asse x: 0,2 x 1,4 = 0,28
✓ asse y: 0,3 x 1,4 = 0,42
✓ asse z: 0,3
Punti dopo un utilizzo di 6 ore (in base alla figura D.3)
✓ 0,3* m/s² per 6 ore = 27 punti
✓ 0,5* m/s² per 6 ore = 75 punti
✓ 0,3 m/s² per 6 ore = 27 punti

* i valori esatti delle vibrazioni non sono indicati nella figura D.3, pertanto si applicano i valori approssimativi immediatamente più elevati.

Fase 2: I punti dell'esposizione giornaliera alle vibrazioni corrispondenti a ciascun asse sono:

asse (x) = 25 + 27 = 52 punti
asse (y) = 13 + 75 = 88 punti
asse (z) = 41 + 27 = 68 punti

Fase 3: L'esposizione giornaliera del lavoratore alle vibrazioni al corpo intero corrisponde al valore più elevato per i tre assi, nella fattispecie il valore per l'asse (y): 88 punti, ossia al di sotto del valore di esposizione connesso con l'azione di 100 punti.

Se si dispone del numero di punti all'ora:

Fase 1: Determinare i valori relativi ai punti all'ora relativamente a ciascun compito o ciascun veicolo, sulla scorta dei dati dichiarati dal fabbricante, ricavati da altre fonti o dalle misurazioni.

Fase 2: Relativamente a ciascun veicolo o ciascun compito, calcolare i punti giornalieri moltiplicando il numero di punti all'ora per il numero di ore di utilizzo della macchina.

Fase 3: Per ciascun asse aggiungere i punti per macchina per ottenere il totale dei punti giornalieri per asse.

Fase 4: L'esposizione giornaliera alle vibrazioni in punti è data dal valore più alto dei valori corrispondenti alle tre direzioni.

Esempio

Nel suo orario di lavoro giornaliero, un addetto alla consegna delle merci impiega 1 ora a caricare il suo autocarro con l'aiuto di un carrello elevatore a forza e le restanti 6 ore le passa al volante.

Fase 1: Il numero di punti per ora al sedile sono:

Carrello elevatore a forza	Autocarro per la consegna
✓ asse x: 25	✓ asse x: 4
✓ asse y: 9	✓ asse y: 9
✓ asse z: 41	✓ asse z: 5

Note:

✓ I fattori k sono inclusi nei valori espressi in punti all'ora (vedasi Allegato D.4).

✓ I valori espressi in punti all'ora sono stati arrotondati verso l'alto.

Fase 2: Il numero giornaliero di punti per gli assi (x), (y) e (z) sono quindi:

Carrello elevatore a forca (1 ora di utilizzo)	Autocarro per consegne (6 ore di utilizzo)
✓ asse (x): 25 x 1 = 25	✓asse (x): 4 x 6 = 24
✓ asse (y): 9 x 1 = 9	✓asse (y): 9 x 6 = 54
✓ asse (z): 41 x 1 = 41	✓asse (z): 5 x 6 = 30

Fase 3: Il numero giornaliero di punti per ciascun asse è:

asse (x) = 25 + 24 = 49 punti

asse (y) = 9 + 54 = 63 punti

asse (z) = 41 + 30 = 71 punti

Fase 3: L'esposizione giornaliera del lavoratore alle vibrazioni corrisponde al valore più elevato, nella fattispecie il valore per l'asse (z): 71 punti, ossia meno di 100 punti, il valore di esposizione connesso con l'azione.

Allegato F Tecniche di Sorveglianza della salute

Per sorveglianza sanitaria si intende la valutazione dell'anamnesi di un lavoratore associata ad esami fisici a cura di un medico o di uno specialista debitamente qualificato.

Varie fonti pubblicano questionari destinati ad accertare la salute dei lavoratori sottoposti a vibrazioni al corpo intero (vedi, ad esempio, la sezione VIBGUIDE al seguente indirizzo Internet: http://www.humanvibration.com/EU/EU_index.htm).

L'anamnesi

L'anamnesi medica deve riguardare i seguenti aspetti:

- gli antecedenti familiari;
- gli antecedenti di carattere sociale, ad esempio tabagismo, consumo di alcol e pratica di attività fisiche;
- gli antecedenti professionali, ad esempio, mansioni precedenti ed attuali, che comportino l'esposizione a vibrazioni al corpo intero, determinate posture di lavoro, sollevamento di carichi ed altre cause di tensione sulla zona dorso-lombare; nonché
- gli antecedenti medici personali.

Gli esami fisici

Gli esami fisici possono constare di:

- un esame funzionale del sistema dorsale e valutazione agli effetti del dolore dei movimenti di flessione e tensione in avanti e laterali;
- la prova di sollevamento della gamba tesa;
- l'esame neurologico periferico (riflessi del ginocchio e del tendine di Achille e sensibilità della gamba e del piede);
- segni di debolezza muscolare (estensione del quadricipite, flessione/estensione dell'alluce/del piede);
- prova di resistenza della schiena;
- segni e sintomi di Waddel che individuano dolori di origine non organica.

ALLEGATO G Glossario

Vibrazioni trasmesse al corpo intero

Le vibrazioni meccanica che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare lombalgie e traumi del rachide.

Emissione di vibrazioni

Il valore di vibrazione dichiarato dal fabbricante della macchina che indica il potenziale grado di vibrazione del suo prodotto. Il valore d'emissione di vibrazioni si ottiene applicando standard di misura normalizzati; esso va indicato nel manuale di istruzioni allegato alla macchina.

Ponderazione in frequenza .

Un filtro applicato alle misurazioni delle vibrazioni per simulare la dipendenza del rischio di lesioni corporee dalla frequenza delle vibrazioni. Per le vibrazioni al corpo intero si effettuano due ponderazioni:

- Wd per le vibrazioni determinate lungo gli assi antero-posteriore (x) e laterale (y), e
- Wk per quelle determinate lungo l'asse verticale (z).

Esposizione giornaliera alle vibrazioni, A(8)

Il livello di vibrazione complessiva equivalente all'energia di 8 ore esercitata su un lavoratore, calcolato in metri al secondo quadrato (m/s^2), che comprende l'insieme delle esposizioni alle vibrazioni al corpo intero della giornata.

Valore della dose di vibrazioni, VDV.

Una dose cumulativa, definita sulla base della media alla quarta potenza del segnale di accelerazione (procedimento *rmq*). Il VDV è espresso in $m/s^{1,75}$.

Sorveglianza sanitaria

Un programma di controlli sanitari effettuati sui lavoratori per individuare segni precoci di lesioni indotte da attività lavorative.

Valore di esposizione che dà luogo all'azione

Un valore relativo all'esposizione giornaliera dei lavoratori alle vibrazioni, A(8), pari a $0,5m/s^2$, o un VDV giornaliero dei lavoratori pari a $9,1m/s^{1,75}$; il superamento di tali valori impone il controllo dei rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni[3].

Valore limite di esposizione

Un valore relativo all'esposizione giornaliera dei lavoratori alle vibrazioni, A(8), pari a $115m/s^2$, o un VDV giornaliero dei lavoratori pari a $21m/s^{1,75}$; i lavoratori non devono essere esposti a valori superiori a questi.[3]

Tempo di esposizione

Durata giornaliera dell'esposizione di un lavoratore alla sorgente di vibrazioni.

3 Ai fini del calcolo del valore d'esposizione che fa scattare l'azione e del valore limite d'esposizione gli Stati membri possono scegliere di applicare l'A(8) o il VDV

ALLEGATO H Bibliografia

H.1 DIRETTIVE DELL'UE

Direttiva 2002/44/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 25 giugno 2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

Direttiva 89/391/CEE del Consiglio del 12 giugno 1989 concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro

Direttiva 2006/42/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 17 maggio 2006 relativa alle macchine e che modifica la direttiva 95/16/CE (rifusione)

Direttiva 98/37/CE del Parlamento europeo e del Consiglio del 22 giugno 1998 concernente il ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alle macchine (abrogata dalla direttiva 2006/42/CE)

Direttiva 90/269/CEE del Consiglio, del 29 maggio 1990, relativa alle prescrizioni minime di sicurezza e di salute concernenti la movimentazione manuale di carichi che comporta tra l'altro rischi dorso-lombari per i lavoratori (quarta direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/CEE)

H.2 NORME

Normalizzazione europea

Comitato europeo di normalizzazione (1997) Vibrazioni meccaniche - Dichiarazione e verifica dei valori di emissione vibratoria.
EN 12096:1997.

Comitato europeo di normalizzazione(2001) Vibrazioni meccaniche – Carrelli industriali - Valutazione in laboratorio e specifica delle vibrazioni trasmesse all'operatore dal sedile.
EN 13490:2001.

Comitato europeo di normalizzazione (2001) Sicurezza dei carrelli industriali — Metodi di prova per la misurazione delle vibrazioni.
EN 13059:2001.

Comitato europeo di normalizzazione (2003) Vibrazioni meccaniche — Misurazione e calcolo della esposizione alle vibrazioni trasmesse all'intero corpo al fine di tutelare la salute dell'operatore— Guida pratica.
EN 14253:2003.

Comitato europeo di normalizzazione(2003) Vibrazioni meccaniche— Esame di macchine mobili allo scopo di determinare i valori di emissione vibratoria.
EN 1032:2003.

European Committee for Standardization Mechanical vibration. Guideline for the assessment of exposure to whole-body vibration of ride on operated earth-moving machines. Using harmonised data measured by international institutes, organisations and manufacturers.
CEN/TR First committee draft Munich (March 2005).

European Committee for Standardization. Whole-body vibration — Guidelines for vibration hazards reduction — Part 1: Engineering methods by design of machinery.
CEN/TR 15172-1:2005

European Committee for Standardization. Whole-body vibration — Guidelines for vibration hazards reduction - Part 2: Management measures at the workplace.
CEN/TR 15172-2:2005

International Organization for Standardization Mechanical vibration (1992) Mechanical vibration — Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration — Part 1 (*Vibrazioni meccaniche. Metodo di laboratorio per la valutazione delle vibrazioni sui sedili dei veicoli).* Basic requirements (Requisiti di base).
EN ISO 10326-1:1992

A livello internazionale

International Organization for Standardization (1997) Mechanical vibration and shock - Evaluation of human exposure to whole body-vibration-Part 1. General requirements.
ISO 2631-1:1997.

Organizzazione internazionale di normalizzazione (2000) Macchine movimento terra – Valutazione di laboratorio delle vibrazioni trasmesse al sedile dell'operatore.
EN ISO 7096: 2000

International Organization for Standardization (2003) Agricultural wheeled tractors – Operator's seat — Laboratory measurement of transmitted vibration
ISO 5007:2003

Organizzazione internazionale di normalizzazione(2005) Risposta degli individui alle vibrazioni — Strumenti di misurazione.
ISO 8041:2005.

International Organization for Standardization (2001) Mechanical vibration - Laboratory method for evaluating vehicle seat vibration — Part 2: Application to railway vehicles.
ISO 10326-2:2001.

A livello nazionale

British Standards Institution (1987) Measurement and evaluation of human exposure to whole-body mechanical vibration and repeated shock. British Standard, BS 6841.

Dachverband der Ingenieure (2002) Einwirkung mechanischer Schwingungen auf den Menschen — Ganzkoerper Schwingungen.(Esposizione dell'uomo alle vibrazioni meccaniche – Vibrazioni al corpo intero) VDI 2057-1:2002 .

Dachverband der Ingenieure (2005) Schutzmassnahmen gegen die Einwirkungen mechanischer Schwingungen auf den Menschen – Ganzkoerper Schwingungen. (Misure protettive contro gli effetti delle vibrazioni sull'uomo). VDI 3831:2005 .

H.3 Pubblicazioni scientifiche

Bovenzi M & and Betta A. (1994) Low back disorders in agricultural tractor drivers exposed to whole body vibration and postural stress. Applied Ergonomics 25. 231-240.

Bovenzi M & ed Hulshof CTJ. (1999) An updated review of epidemiologic studies on the relationship between exposure to whole body vibration and low back pain (1986-1997). Int Arch Occup Environ Health. 72: 351-365.

Bovenzi M, Pinto I, Stacchini N. Low back pain in port machinery operators. Journal of Sound and Vibration 2002; 253(1):3-20.

Bovenzi M & and Zadini (1992) A. Self reported low back symptoms in urban bus drivers exposed to whole body vibration. Spine, vol 17, no 9. 1048-1058.

Donati P. Survey of technical preventative measures to reduce whole body vibration effects when designing mobile machinery. Journal of Sound and vibration (2002) 253(1), 169-183.

Dupuis H. (1994) Medical and occupational preconditions for vibration-induced spinal disorders: occupational disease no. 2110 in Germany. Int Arch Occup Environ Health. 66: 303-308.

Dupuis, H. Diseases due to whole-body vibration. In: Manual of Occupational Medicine: Occupational physiology, occupational pathology, prevention. Konietzko, Dupuis. Landsberg a.L.: ercomed-Verl.-Ges., Loose-leaf-edt. Chap. IV-3.5. (in tedesco)

Griffin, M.J. (1990, 1996) Handbook of human vibration. Published: Academic Press, London, ISBN: 0-12-303040-4.

Griffin, M.J. (1998) A comparison of standardized methods for predicting the hazards of whole-body vibration and repeated shocks. Journal of Sound and Vibration, 215, (4), 883-914.

Griffin, M.J. (2004) Minimum health and safety requirements for workers exposed to hand-transmitted vibration and whole-body vibration in the European Union; a review. Occupational and Environmental Medicine; 61, 387-397.

Hartung, E.; Heckert, Ch.; Fischer, S.; Kaulbars, U. Load by mechanical vibration . Knietzko, Dupuis, Letzel (Hrsg.): Manual of Occupational Medicine, Ecomed Landsberg, Chap. II-3.1,1-16 (33. Completion 8/08). (in tedesco)

Homberg, F; Bauer, M. Neue (2004) VDI-Richtlinie 2057:2002 – „Former measuring values can be used further on" VDI-Report No. 1821, S. 239-250. (in tedesco)

HSE Contract Research Report 333/2001 Whole body vibration and shock: A literature review. Stayner RM.

Kjellberg, A., Wikstrom, B.O. & Landstrom, U. (1994) Injuries and other adverse effects of occupational exposure to whole body vibration. A review for criteria document Arbete och halsa vetenskaplig skriftserie 41. 1-80.

Mansfield, N.J. (2004) Human Response to Vibration ISBN 0-4152-8239-X

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH) (1997) Musculoskeletal disorders and workplace factors. A critical review of epidemiological evidence for work related musculoskeletal disorders of the neck upper extremity and low back.

National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH), Bernard, B.P. (Editor) (1997) Musculoskeletal disorders and workplace factors: a critical review of epidemiologic evidence for work-related disorders of the neck, upper extremities, and, low back. U.S. Department of Health and Human Services, National Institute of Occupational Safety and Health, DHHS (NIOSH) Publication No. 97-141.

Paddan, G.S., Haward, B.M., Griffin, M.J., Palmer, K.T. (1999) Whole-body vibration: Evaluation of some common sources of exposure in Great Britain. Health and Safety Executive Contract Research Report 235/1999, HSE Books, ISBN: 0-7176-2481-1.

Palmer, K.T., Coggon, D.N., Bendall, H.E., Pannett, B., Griffin, M.J., Haward, B. (1999) Whole-body vibration: occupational exposures and their health effects in Great Britain. Health and Safety Executive Contract Research Report 233/1999, HSE Books, ISBN: 0-7176-2477-3.

Palmer, K.T., Griffin, M.J., Bednall, H., Pannett, B., Coggon, D. (2000) Prevalence and pattern of occupational exposure to whole body vibration in Great Britain: findings from a national survey. Occupational and Environmental Medicine, 57, (4), 229-236.

Palmer, K.T., Haward, B., Griffin, M.J., Bednall, H., Coggon, D. (2000) Validity of self reported occupational exposure to hand transmitted and whole body vibration. Occupational and Environmental Medicine, 57, (4), 237-241.

Rossegger R. and Rossegger S. (1960) Health effects of tractor driving. J Agric. Engineering Research 5. 241-275.

Sandover J. (1998a) The fatigue approach to vibration and health: is it a practical and viable way of predicting the effects on people? Journal of Sound & Vibration 215(4) 688-721.

Sandover J. (1998b) High acceleration events: An introduction and review of expert opinion. Journal of Sound & Vibration 215(4) 927-945.

Scarlett A.J, prezzo J.S, Semple D.A, R.M (2005) vibrazione Whole-body Stayner su veicoli agricoli: valutazione d'emissione e di livelli d'esposizione stimatiHSE Books, 2005. (Research report RR321) ISBN 0717629708

Schwarze, S.; Notbohm, G.; Hartung, F.; Dupuis, H. (1999) Epidemiological Study -Whole body vibration. Joint research project on behalf of the HVBG, Bonn. (in tedesco)

Seidel, H. & Heide, R. (1986) Long term effects of whole body vibration - a critical survey of the literature. Int. Arch. Occupational Environmental Health 58. 1-26.

Troup, J.D.G. (1988) Clinical effects of shock and vibration on the spine. Clinical Biomechanics 3 227-231.

H.4 Pubblicazioni orientative

HSE (2005) Whole-body vibration – Control of Vibration at Work Regulations 2005. Guidance on Regulations L141 HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6126 1

HSE (2005) Control back-pain risks from whole-body vibration: Advice for employers on the Control of Vibration at Work Regulations 2005 INDG242(rev1) HSE Books 2005 ISBN 0 7176 6119 9

HSE (2005) Drive away bad backs: Advice for mobile machine operators and drivers INDG404 HSE Books 2005 ISBN 7176 6120 2

Bongers et al (1990) and Boshuizen et al (1990 a,b) in: Bongers PM, Boshuizen HC. Back Disorders and Whole body vibration at Work.

Gruber, H.; Mierdel, B. Guidelines for risk assessment. Bochum: VTI Verlag 2003.

Hartung, E Dupuis, H. Christ, E. Noise and vibration at the workplace: The measurement booklet for the practitioner. Edited bei Institute of Applied Work Science (Institut für angewandte Arbeitswissenschaft e.V.), Adaptation and Editorial: Wilfried Brokmann. 2nd run. Cologne, Wirtschaftsverlag Bachem, 1995. (in tedesco).

INRS. (1992) Driving smoothly. How to adjust your suspension seat. Lift truck and seat manufacturers. Edition INRS, ED1372. (in francese)

INRS. (1993) Driving smoothly. Choosing and maintaining suspension seats for fork-lift trucks. Edition INRS, ED1373. (in francese)

INRS. (1998) Driving smoothly. A suspension seat to ease your back. Farmers. Edition INRS, ED 1493. (in inglese e francese)

INRS. (1998) Driving smoothly. Help your customers to stay fit. Distributors of farm machinery seat. Edition INRS, ED 1494. (in inglese e francese)

INRS. (1998) Driving smoothly. Selection and replacement of tractor and farm machinery seats. Farm inspectors. Edition INRS, ED 1492. (in inglese e francese)

INRS. The spine in danger. Edition INRS, ED 864, 2001. (in inglese e francese)

Ministère fédéral de l'Emploi et du Travail (Belgique) Vibrations corps total. Stratégie d'évaluation et de prévention des risques. D/1998/1205/72 (in francese)

Centres de Mesure Physique (CMP) and Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS). Guide to evaluate vibration at work. Part 1 : Whole body vibration transmitted by mobile machines. Edited by INRS. 1998 and Part 3 : Whole body vibration transmitted by fixed machinery. Edited by INRS. 2004. (in francese)

Saint Eve P., Donati P. Prevention of spine disorders at the driving place of fork lift trucks. Document pour le médecin du travail n°54, 2nd term 1993 (in francese).

ISSA. (1989) Vibration at work. Published by INRS for International section Research of the ISSA. (In inglese, francese, tedesco e spagnolo)

Protection against vibration: a problem or not? Leaflet of the Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH) (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA)).

Dupuis, H. Diseases due to whole-body vibration. In: Manual of Occupational Medicine: Occupational physiology, occupational pathology, prevention.

Konietzko, Dupuis. Landsberg a.L.: ercomed-Verl.-Ges., Loose-leaf-edt. Chap. IV-3.5. (in tedesco)

Hartung, E.; Heckert, Ch.; Fischer, S.; Kaulbars, U. Load by mechanical vibration. Knietzko, Dupuis, Letzel (Hrsg.): Manual of occupational medicine, ecomed Landsberg, Chap. II-3.1., 1-16 (33. completion 8/08). (in tedesco)

Homberg, F; Bauer, M. New VDI-Directive 2057:2002 – Former measuring values can be used further on. VDI-Berichte Nr. 1821 (2004), S. 239-250.

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH) Protection against vibrations at the workplace (Technics 12). (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin).

Federal Institute for Occupational Safety and Health (FIOSH) Load of vibration in the building industry (technics 23). Serial "technics" of the (Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin).

Neugebauer, G.; Hartung, E. Mechanical vibrations at the workplace. Bochum: VTI Verlag 2002.

Schwarze, S.; Notbohm, G.; Hartung, F.; Dupuis, H. Epidemiological Study - Whole body vibration. Interconnecting research project on behalf of the HVBG, Bonn 1999.

ISPESL. La colonna vertebrale in pericolo. Vibrazioni meccaniche nei luoghi di lavoro : stato della normativa. (In italiano)

H.5 Siti web

www.humanvibration.com
Informazioni generali sulle vibrazioni umane e link con diversi siti Internet sul tema

www.vibration.db.umu.se/HavSok.aspx?lang=en
Dati sulle emissioni vibratorie

http://www.las-bb.de/karla/
Dati sulle emissioni vibratorie

www.hse.gov.uk/vibration/wbv/wholebodycalc.htm
Misuratore dell'esposizione

www.dguv.de/bgia/de/pra/softwa/kennwertrechner/index.jsp
Misuratore dell'esposizione

Indice

R

S

T

U

V

DIRETTIVA 2002/44/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO

del 25 giugno 2002 sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (vibrazioni) (sedicesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE)

IL PARLAMENTO EUROPEO E IL CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA,

visto il trattato che istituisce la Comunità europea, in particolare l'articolo 137, paragrafo 2,

vista la proposta della Commissione[1], presentata previa consultazione del Comitato consultivo per la sicurezza, l'igiene e la protezione della salute sul luogo di lavoro,

visto il parere del Comitato economico e sociale[2],

previa consultazione del Comitato delle regioni,

deliberando secondo la procedura di cui all'articolo 251 del trattato[3], visto il progetto comune approvato dal Comitato di conciliazione l'8 aprile 2002,

considerando quanto segue:

(1) In base al trattato il Consiglio può adottare, mediantedirettive, prescrizioni minime per promuovere il miglioramento, in particolare dell'ambiente di lavoro, al fine di garantire un miglior livello di protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori. È necessario che le direttive summenzionate evitino di imporre vincoli amministrativi, finanziari e giuridici tali da ostacolare la creazione e lo sviluppo di piccole e medie imprese.

(2) La comunicazione della Commissione sul suo programma d'azione per l'attuazione della Carta comunitaria dei diritti sociali fondamentali dei lavoratori prevede la definizione di prescrizioni minime di sanitàe di sicurezza relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici. Nel settembre 1990 il Parlamento europeo ha adottato una risoluzione su questo programma d'azione[4] che invita in particolare la Commissione a elaborare una direttiva specifica nel campo dei rischi legati al rumore e alle vibrazioni nonché a qualsiasi altro agente fisico sul luogo di lavoro.

(3) È necessario, come primo passo, introdurre misure di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti dalle vibrazioni, a causa degli effetti di queste sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori, segnatamente i disturbi muscolo-scheletrici, neurologici e vascolari. Tali misure mirano non solo ad assicurare la salute e la sicurezza di ciascun lavoratore considerato individualmente ma anche a creare per tutti i lavoratori della Comunitàuna piattaforma minima di protezione che eviti le possibili distorsioni di concorrenza.

(4) La presente direttiva stabilisce prescrizioni minime, il che lascia agli Stati membri la facoltàdi mantenere o di adottare disposizioni più favorevoli in materia di protezione dei lavoratori, segnatamente la fissazione di valori inferiori per il valore giornaliero che fa scattare l'azione o il valore limite giornaliero d'esposizione alle vibrazioni. L'attuazione della presente direttiva non può giustificare un regresso rispetto alla situazione esistente in ciascun Stato membro.

(5) È necessario che un sistema di protezione contro le vibrazioni si limiti a definire, senza entrare inutilmente nel dettaglio, gli obiettivi da raggiungere, i principi da rispettare e le grandezze fondamentali da utilizzare onde consentire agli Stati membri di applicare le prescrizioni minime in modo equivalente.

(6) La riduzione dell'esposizione alle vibrazioni è realizzata in maniera più efficace attraverso l'applicazione di provvedimenti di prevenzione fin dalla progettazione dei posti e dei luoghi di lavoro,

1 GU C 77 del 18.3.1993, pag. 12 e GU C 230 del 19.8.1994, pag. 3.

2 GU C 249 del 13.9.1993, pag. 28.

3 Parere del Parlamento europeo del 20 aprile 1994 (GU C 128 del 9.5.1994, pag. 146), confermato il 16 settembre 1999 (GU C 54 del 25.2.2000, pag. 75), posizione comune del Consiglio del 25 giugno 2001 (GU C 301 del 26.10.2001, pag. 1) e decisione del Parlamento europeo del 23 ottobre 2001 (non ancora pubblicata nella Gazzetta ufficiale). Decisione del Parlamento europeo del 25 aprile 2002 e decisione del Consiglio del 21 maggio 2002.

4 GU C 260 del 15.10.1990, pag. 167. (5) GU L 183 del 29.6.1989, pag. 1.

nonché attraverso la scelta delle attrezzature, dei procedimenti e dei metodi di lavoro, allo scopo di ridurre in via prioritaria i rischi alla fonte. Disposizioni relative alle attrezzature e ai metodi di lavoro contribuiscono quindi alla protezione dei lavoratori che ne fanno uso.

(7) È necessario che i datori di lavoro si adeguino ai progressi tecnici e alle conoscenze scientifiche per quanto riguarda i rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni, in vista del miglioramento della protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori.

(8) Per i settori della navigazione marittima e aerea, nell'attuale stato della tecnica, non è possibile rispettare in tutti i casi i valori limite di esposizione relativi alle vibrazioni trasmesse al corpo intero. Vanno pertanto previste possibilitàdi deroga debitamente giustificate.

(9) Poiché la presente direttiva è una direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1 della direttiva 89/391/ CEE del Consiglio, del 12 giugno 1989, concernente l'attuazione di misure volte a promuovere il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori durante il lavoro (5), quest'ultima si applica al settore dell'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni, fatte salve disposizioni più rigorose e/o specifiche contenute nella presente direttiva.

(10) La presente direttiva costituisce un elemento concreto nel quadro della realizzazione della dimensione sociale del mercato interno.

(11) Le misure necessarie per l'attuazione della presente direttiva sono adottate secondo la decisione 1999/468/CE del Consiglio, del 28 giugno 1999, recante modalitàper l'esercizio delle competenze di esecuzione conferite alla Commissione[5],

HANNO ADOTTATO LA PRESENTE DIRETTIVA:

SEZIONE I

DISPOSIZIONI GENERALI

Articolo 1

Obiettivo e ambito di applicazione

1. La presente direttiva, che è la sedicesima direttiva particolare a norma dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/ 391/CEE, fissa le prescrizioni minime in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi per la salute e la sicurezza che derivano, o possono derivare, dall'esposizione a vibrazioni meccaniche.

2. Le prescrizioni della presente direttiva si applicano alle attivitàin cui i lavoratori sono esposti o possono essere esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche durante il lavoro.

3. La direttiva 89/391/CEE si applica integralmente al settore definito nel paragrafo 1, salve le disposizioni più rigorose e/o specifiche contenute nella presente direttiva.

Articolo 2

Definizioni

Ai fini della presente direttiva, si intende per:

a) «vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio»: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al sistema mano-braccio nell'uomo, comportano un rischio per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare disturbi vascolari, osteoarticolari, neurologici o muscolari;

b) «vibrazioni trasmesse al corpo intero»: le vibrazioni meccaniche che, se trasmesse al corpo intero, comportano rischi per la salute e la sicurezza dei lavoratori, in particolare lombalgie e traumi del rachide.

Articolo 3

Valori limite di esposizione e valori di esposizione che fanno scattare l'azione

1. Per le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio:

   a) il valore limite giornaliero di esposizione normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore è fissato a 5 m/s^2;

   b) il valore giornaliero di esposizione che fa scattare l'azione normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore è fissato a 2,5 m/s^2.

   L'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio è valutata o misurata in base alle disposizioni di cui all'allegato, parte A, punto 1.

2. Per le vibrazioni trasmesse al corpo intero:

   a) il valore limite giornaliero di esposizione normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore è fissato a 1,15 m/s^2 oppure, a seconda della scelta dello Stato membro, a un valore della dose di vibrazioni di 21 $m/s^{1,75}$;

   b) il valore giornaliero di esposizione che fa scattare l'azione normalizzato a un periodo di

5 GU L 183 del 29.6.1989, pag 1.

riferimento di 8 ore è fissato a 0,5 m/s^2, oppure, a seconda della scelta dello Stato membro, a un valore della dose di vibrazioni di 9,1 m/s^{1,75}.

L'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni trasmesse al corpo intero è valutata o misurata in base alle disposizioni di cui all'allegato parte B, punto 1.

SEZIONE II

OBBLIGO DEI DATORI DI LAVORO

Articolo 4

Identificazione e valutazione dei rischi

1. Nell'assolvere gli obblighi definiti all'articolo 6, paragrafo 3, e all'articolo 9, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro valuta e, se del caso, misura i livelli di vibrazioni meccaniche cui i lavoratori sono esposti. La misurazione è effettuata conformemente al punto 2, rispettivamente della parte A o B dell'allegato della presente direttiva.
2. Il livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche può essere valutato mediante l'osservazione delle condizioni di lavoro particolari e il riferimento ad appropriate informazioni sulla probabile entitàdelle vibrazioni per le attrezzature o i tipi di attrezzature in particolari condizioni di uso, incluse le informazioni fornite in materia dal costruttore delle attrezzature. Questa operazione va distinta dalla misurazione, che richiede l'impiego di attrezzature specifiche e di una metodologia appropriata.
3. La valutazione e la misurazione di cui al paragrafo 1 devono essere programmate ed effettuate a intervalli idonei da servizi competenti tenendo conto, segnatamente, delle disposizioni relative alle competenze richieste (persone o servizi) di cui all'articolo 7 della direttiva 89/391/CEE. I dati ottenuti dalla valutazione e/o dalla misurazione del livello di esposizione alle vibrazioni meccaniche vengono conservati in forma idonea a consentirne la successiva consultazione.
4. A norma dell'articolo 6, paragrafo 3, della direttiva 89/ 391/CEE, il datore di lavoro, in occasione della valutazione dei rischi, presta particolare attenzione ai seguenti elementi:
   a) il livello, il tipo e la durata dell'esposizione, ivi inclusa ogni esposizione a vibrazioni intermittenti e a urti ripetuti;
   b) i valori limite di esposizione e i valori di esposizione che fanno scattare l'azione specificati nell'articolo 3 della presente direttiva;
   c) gli eventuali effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori a rischio particolarmente esposti;
   d) gli eventuali effetti indiretti sulla sicurezza dei lavoratori risultanti da interazioni tra le vibrazioni meccaniche e l'ambiente di lavoro o altre attrezzature;
   e) le informazioni fornite dal costruttore dell'attrezzatura di lavoro a norma delle pertinenti direttive comunitarie in materia;
   f) l'esistenza di attrezzature alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione alle vibrazioni meccaniche;
   g) il prolungamento del periodo di esposizione a vibrazioni trasmesse al corpo intero al di làdelle ore lavorative, sotto la responsabilitàdel datore di lavoro;
   h) condizioni di lavoro particolari, come le basse temperature;
   i) per quanto possibile, informazioni adeguate ottenute dalla sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni pubblicate.
5. Il datore di lavoro deve essere in possesso di una valutazione dei rischi a norma dell'articolo 9, paragrafo 1, lettera a), della direttiva 89/391/CEE e precisare quali misure devono essere adottate a norma degli articoli 5 e 6 della presente direttiva. La valutazione dei rischi è riportata su un supporto appropriato, conformemente alle legislazioni e alle prassi nazionali; può includere una giustificazione del datore di lavoro che la natura e l'entitàdei rischi connessi con le vibrazioni meccaniche rendono non necessaria una valutazione maggiormente dettagliata dei rischi. La valutazione dei rischi è costantemente aggiornata, in particolare se vi sono stati notevoli mutamenti in seguito ai quali essa potrebbe risultare superata, oppure quando i risultati della sorveglianza sanitaria lo rendono necessario.

Articolo 5

Disposizioni miranti a escludere o a ridurre l'esposizione

1. Tenendo conto del progresso tecnico e della disponibilità di misure per controllare il rischio alla fonte, i rischi derivanti dall'esposizione alle vibrazioni meccaniche sono eliminati alla fonte o ridotti al minimo.
   La riduzione di tali rischi si basa sui principi generali di prevenzione di cui all'articolo 6, paragrafo 2, della direttiva 89/391/CEE.
2. In base alla valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, quando i valori di esposizione di cui all'articolo 3, paragrafo 1, lettera b), e paragrafo 2, lettera

b), sono superati, il datore di lavoro elabora e applica un programma di misure tecniche e/o organizzative, volte a ridurre al minimo l'esposizione alle vibrazioni meccaniche e i rischi che ne conseguono, considerando in particolare:

a) altri metodi di lavoro che richiedono una minore esposizione a vibrazioni meccaniche; b) la scelta di attrezzature di lavoro adeguate concepite nel rispetto dei principi ergonomici e producono, tenuto conto del lavoro da svolgere, il minor livello possibile di vibrazioni;

c) la fornitura di attrezzature accessorie per ridurre i rischi dilesioni provocate dalle vibrazioni, per esempio sedili che attenuano efficacemente le vibrazioni trasmesse al corpo intero e maniglie che riducano la vibrazione trasmessa al sistema braccio-mano;

d) adeguati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, del luogo di lavoro e dei sistemi sul luogo di lavoro;

e) la progettazione e l'assetto dei luoghi e dei posti di lavoro;

f) l'adeguata informazione e formazione per insegnare ai lavoratori ad utilizzare correttamente e in modo sicuro le attrezzature di lavoro, riducendo così al minimo la loro esposizione a vibrazioni meccaniche;

g) la limitazione della durata e dell'intensitàdell'esposizione;

h) orari di lavoro appropriati, con adeguati periodi di riposo;

i) la fornitura, ai lavoratori esposti, di indumenti per la protezione dal freddo e dall'umidità.

3. In ogni caso i lavoratori non sono esposti a valori superiori al valore limite di esposizione. Allorché, nonostante i provvedimenti presi dal datore di lavoro in applicazione delle disposizioni di cui alla presente direttiva, il valore limite di esposizione è stato superato, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al di sotto del valore limite di esposizione; esso individua le cause del superamento del valore limite di esposizione e adatta di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

4. A norma dell'articolo 15 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro adatta le misure di cui al presente articolo alle esigenze dei lavoratori a rischio particolarmente esposti.

Articolo 6

Informazione e formazione dei lavoratori

Fatti salvi gli articoli 10 e 12 della direttiva 89/391/CEE, il datore di lavoro garantisce che i lavoratori esposti a rischi derivanti da vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro e/o i loro rappresentanti ricevano informazioni e una formazione in relazione al risultato della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, paragrafo 1, della presente direttiva, con particolare riguardo

a) alle misure adottate in applicazione della presente direttivavolte a eliminare o a ridurre al minimo i rischi derivanti dalle vibrazioni meccaniche;

b) ai valori limite di esposizione e ai valori di esposizione che fanno scattare l'azione;

c) ai risultati delle valutazioni e misurazioni delle vibrazioni meccaniche effettuate in applicazione dell'articolo 4 della presente direttiva e alle potenziali lesioni derivanti dalle attrezzature di lavoro utilizzate;

d) all'utilitàe ai mezzi impiegati per individuare e segnalare sintomi di lesioni;

e) alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria;

f) alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo l'esposizione a vibrazioni meccaniche.

Articolo 7

Consultazione e partecipazione dei lavoratori

La consultazione e la partecipazione dei lavoratori e/o dei loro rappresentanti hanno luogo a norma dell'articolo 11 della direttiva 89/391/CEE sulle materie oggetto della presente direttiva.

SEZIONE III

DISPOSIZIONI VARIE

Articolo 8

Sorveglianza sanitaria

1. Fatto salvo l'articolo 14 della direttiva 89/391/CEE, gli Stati membri adottano le misure necessarie per garantire l'adeguata sorveglianza sanitaria, dei lavoratori in relazione all'esito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 4, paragrafo 1, della presente direttiva allorché ne risulti un rischio per la loro salute. Dette misure, compresi i requisiti specificati per la documentazione medica e la relativa disponibilità, sono introdotte in base alle legislazioni e/o prassi nazionali.

La sorveglianza sanitaria, i cui risultati sono considerati ai fini dell'applicazione di misure preventive sullo specifico luogo di lavoro, è tesa alla prevenzione e alla diagnosi precoce di ogni danno connesso all'esposizione a vibrazioni meccaniche. Tale sorveglianza è appropriata quando:

- l'esposizione dei lavoratori alle vibrazioni è tale da rendere possibile l'individuazione di un nesso tra l'esposizione in questione e una malattia identificabile o a effetti nocivi per la salute,
- è probabile che la malattia o gli effetti sopraggiungano nelle particolari condizioni di lavoro del lavoratore,
- esistono tecniche sperimentate che consentono di individuare la malattia o gli effetti nocivi per la salute.

In ogni caso i lavoratori esposti ad un livello di vibrazioni meccaniche superiore ai valori di cui all'articolo 3, paragrafo 1, lettera b), e paragrafo 2, lettera b), hanno diritto ad essere sottoposti a sorveglianza sanitaria adeguata.

2. Gli Stati membri prendono le misure atte a garantire che per ciascun lavoratore sottoposto a sorveglianza sanitaria a norma del paragrafo 1 sia tenuta e aggiornata una documentazione sanitaria individuale. La documentazione sanitaria contiene un sommario dei risultati della sorveglianza sanitaria effettuata. Essa è conservata in una forma idonea, che ne consenta la successiva consultazione, nel rispetto del segreto medico.

   Su richiesta è fornita alle autoritàcompetenti copia della documentazione appropriata. Il singolo lavoratore ha accesso, su richiesta, alla documentazione sanitaria che lo riguarda personalmente.

3. Nel caso in cui la sorveglianza sanitaria riveli che un lavoratore soffre di una malattia o affezione identificabile che un medico o uno specialista di medicina del lavoro attribuisce all'esposizione a vibrazioni meccaniche sul luogo di lavoro:

   a) il medico o altra persona debitamente qualificata comunica al lavoratore i risultati che lo riguardano personalmente. Egli riceve in particolare le informazioni e i pareri relativi al controllo sanitario cui dovràsottoporsi nel periodo successivo all'esposizione;

   b) il datore di lavoro è informato di tutti i dati significativi emersi dalla sorveglianza sanitaria tenendo conto del segreto medico;

   c) il datore di lavoro:

      - sottopone a revisione la valutazione dei rischi effettuata a norma dell'articolo 4,
      - sottopone a revisione le misure predisposte per eliminare o ridurre i rischi a norma dell'articolo 5,
      - tiene conto del parere dello specialista di medicina del lavoro o di altra persona adeguatamente qualificata, ovvero dell'autoritàcompetente, nell'attuazione delle misure necessarie per eliminare o ridurre il rischio a norma dell'articolo 5, compresa la possibilitàdi assegnare il lavoratore ad attivitàalternative che non comportano rischio di ulteriore esposizione,
      - organizza una sorveglianza sanitaria continua e prende misure affinché sia riesaminato lo stato di salute di tutti gli altri lavoratori che hanno subito un'esposizione simile. In tali casi il medico competente o lo specialista di medicina del lavoro, ovvero l'autoritàcompetente, può proporre che i soggetti esposti siano sottoposti a esame medico.

Articolo 9

Periodo transitorio

Per quanto riguarda l'attuazione delle disposizioni di cui all'articolo 5, paragrafo 3, gli Stati membri, previa consultazione delle due parti dell'industria conformemente alla legislazione o alla prassi nazionale, hanno la facoltàdi prevedere un periodo transitorio massimo di 5 anni a decorrere dal 6 luglio 2005 allorché sono utilizzate attrezzature di lavoro messe a disposizione dei lavoratori anteriormente al 6 luglio 2007 e che, tenuto conto dei più recenti progressi tecnici e/o dell'applicazione delle misure organizzative, non consentono di rispettare i valori limite di esposizione. Quanto alle attrezzature utilizzate nei settori agricolo e forestale gli Stati membri possono allungare di 4 anni il periodo transitorio massimo.

Articolo 10

Deroghe

1. Nel rispetto dei principi generali della protezione della sicurezza e della salute dei lavoratori, gli Stati membri, per i settori della navigazione marittima e aerea, in circostanze debitamente giustificate, possono derogare all'articolo 5, paragrafo 3, per quanto riguarda le vibrazioni trasmesse al corpo intero, qualora, tenuto conto dello stato della tecnica e delle caratteristiche specifiche dei luoghi di lavoro, non sia possibile rispettare i valori limite d'esposizione nonostante l'applicazione di misure tecniche e/o organizzative.

2. Nel caso di attivitàlavorative in cui l'esposizione di un lavoratore alle vibrazioni meccaniche è abitualmente inferiore ai valori di esposizione di

cui all'articolo 3, paragrafo 1, lettera b), e paragrafo 2, lettera b), ma varia sensibilmente da un momento all'altro e può occasionalmente superare il valore limite di esposizione, gli Stati membri possono altresì concedere deroghe all'articolo 5, paragrafo 3. Tuttavia, il valore medio dell'esposizione calcolata su un periodo di 40 ore deve restare inferiore al valore limite di esposizione ed elementi probanti devono dimostrare che i rischi derivanti dal tipo di esposizione cui è sottoposto il lavoratore sono inferiori a quelli derivanti da un livello di esposizione corrispondente al valore limite.

3. Le deroghe di cui ai paragrafi 1 e 2 sono concesse dagli Stati membri in seguito alla consultazione delle parti sociali conformemente alle legislazioni e prassi nazionali. Tali deroghe sono subordinate a condizioni che garantiscano, tenuto conto delle circostanze particolari, che saranno ridotti al minimo i rischi che ne risultano e che i lavoratori interessati beneficeranno di un controllo sanitario rafforzato. Le deroghe in questione costituiscono oggetto di un riesame ogni quattro anni e sono revocate non appena siano scomparse le circostanze che le hanno giustificate.

4. Gli Stati membri trasmettono alla Commissione ogni quattro anni un prospetto delle deroghe di cui ai paragrafi 1 e 2, indicando le circostanze e i motivi precisi che li inducono a concedere tali deroghe.

Articolo 11

Modifiche tecniche

Le modifiche di carattere strettamente tecnico dell'allegato, a causa:

a) dell'adozione di direttive in materia di armonizzazione tecnica e di normalizzazione riguardanti la progettazione, la costruzione, la fabbricazione o la realizzazione di attrezzature e/o di luoghi di lavoro;

b) del progresso tecnico, dell'evoluzione delle norme o specifiche europee armonizzate più appropriate e delle nuove scoperte relative alle vibrazioni meccaniche, sono adottate secondo la procedura di regolamentazione di cui all'articolo 12, paragrafo 2.

Articolo 12

Comitato

1. La Commissione è assistita dal comitato di cui all'articolo 17, paragrafo 2, della direttiva 89/391/CEE.

2. Nei casi in cui è fatto riferimento al presente paragrafo, si applicano gli articoli 5 e 7 della decisione 1999/468/CE tenendo conto delle disposizioni dell'articolo 8 della stessa.

   Il periodo di cui all'articolo 5, paragrafo 6, della decisione 1999/468/CE è fissato a tre mesi.

3. Il comitato adotta il proprio regolamento interno.

SEZIONE IV

DISPOSIZIONI FINALI

Articolo 13

Relazione

Ogni cinque anni gli Stati membri presentano alla Commissione una relazione sull'applicazione pratica della presente direttiva, indicando le considerazioni espresse dalle due parti dell'industria. La relazione contiene una descrizione delle migliori prassi volte a prevenire le vibrazioni nocive per la salute e delle modalitàalternative in tema di organizzazione del lavoro, nonché delle azioni intraprese dagli Stati membri in favore della circolazione delle conoscenze su dette prassi.

Sulla base di tali relazioni la Commissione effettua una valutazione complessiva dell'attuazione della direttiva, anche sulla scorta della ricerca e delle informazioni scientifiche, e informa il Parlamento europeo, il Consiglio, il Comitato economico e sociale ed il Comitato consultivo per la sicurezza, l'igiene e la tutela sul luogo di lavoro anche in merito alle eventuali proposte di modifica.

Articolo 14

Recepimento

1. Gli Stati membri mettono in vigore le disposizioni legislative, regolamentari e amministrative necessarie per conformarsi alla presente direttiva entro il 6 luglio 2005. Essi ne informano immediatamente la Commissione. Essi includono inoltre un elenco, contenente i motivi dettagliati, delle disposizioni transitorie che gli Stati membri hanno adottato a norma dell'articolo 9.

   Quando gli Stati membri adottano tali disposizioni, queste contengono un riferimento alla presente direttiva o sono corredate di un siffatto riferimento all'atto della pubblicazione ufficiale. Le modalitàdi tale riferimento sono decise dagli Stati membri.

2. Gli Stati membri comunicano alla Commissione il testo delle disposizioni di diritto interno giàadottate o che essi adottano nel settore disciplinato dalla presente direttiva.

Articolo 15

Entrata in vigore

La presente direttiva entra in vigore il giorno della pubblicazione nella Gazzetta ufficiale delle Comunità europee.

Articolo 16

Destinatari

Gli Stati membri sono destinatari della presente direttiva.

Fatto a Lussemburgo, addì 25 giugno 2002.

Per il Parlamento europeo	Per il Consiglio
Il Presidente	Il Presidente
P. COX	J. MATAS I PALOU

ALLEGATO

A. VIBRAZIONI TRASMESSE AL SISTEMA MANO-BRACCIO

1. Valutazione dell'esposizione

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio si basa principalmente sul calcolo del valore dell'esposizione giornaliera normalizzato a un periodo di riferimento di 8 ore, A (8), calcolato come radice quadrata della somma dei quadrati (valore totale) dei valori quadratici medi delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali (a_{hwx}, a_{hwy}, a_{hwz}) conformemente ai capitoli 4 e 5 e all'allegato A della norma ISO 5349-1 (2001).

La valutazione del livello di esposizione può essere effettuata grazie a una stima basata sulle informazioni relative al livello di emissione delle attrezzature di lavoro utilizzate, fornite dai fabbricanti di tali materiali e grazie all'osservazione delle specifiche pratiche di lavoro, oppure attraverso una misurazione.

2. Misurazione

Qualora si proceda alla misurazione, conformemente all'articolo 4, paragrafo 1:

a) i metodi utilizzati possono includere la campionatura, che deve essere rappresentativa dell'esposizione di un lavoratore alle vibrazioni meccaniche considerate; i metodi e le apparecchiature utilizzati devono essere adattati alle particolari caratteristiche delle vibrazioni meccaniche da misurare, ai fattori ambientali e alle caratteristiche dell'apparecchio di misurazione, conformemente alla norma ISO 5349-2 (2001);

b) nel caso di attrezzature che devono essere tenute con entrambe le mani, la misurazione è eseguita su ogni mano. L'esposizione è determinata facendo riferimento al più alto dei due valori; deve essere inoltre fornita l'informazione relativa all'altra mano.

3. Interferenze

Le disposizioni dell'articolo 4, paragrafo 4, lettera d), si applicano in particolare nei casi in cui le vibrazioni meccaniche ostacolano il corretto uso manuale dei comandi o la lettura degli indicatori.

4. Rischi indiretti

Le disposizioni dell'articolo 4, paragrafo 4, lettera d), si applicano in particolare nei casi in cui le vibrazioni meccaniche incidono sulla stabilitàdelle strutture o sulla buona tenuta delle giunzioni.

5. Attrezzature di protezione individuale

Attrezzature di protezione individuale contro le vibrazioni trasmesse al sistema mano-braccio possono contribuire al programma di misure di cui all'articolo 5, paragrafo 2.

B. VIBRAZIONI TRASMESSE AL CORPO INTERO

1. Valutazione dell'esposizione

La valutazione del livello di esposizione alle vibrazioni si basa principalmente sul calcolo dell'esposizione giornaliera A (8) espressa come l'accelerazione continua equivalente su 8 ore, calcolata come il più alto dei valori quadratici medi o il più alto dei valori della dose di vibrazioni (VDV) delle accelerazioni ponderate in frequenza, determinati sui tre assi ortogonali ($1,4a_{wx}$, $1,4a_{wy}$ a_{wz} per un lavoratore seduto o in piedi), conformemente ai capitoli 5, 6 e 7, all'allegato A e all'allegato B della norma ISO 2631-1 (1997).

La valutazione del livello di esposizione può essere effettuata grazie ad una stima basata sulle informazioni relative al livello di emissione delle attrezzature di lavoro utilizzate, fornite dai fabbricanti di tali materiali e grazie all'osservazione delle specifiche pratiche di lavoro, oppure attraverso una misurazione.

Gli Stati membri hanno la facoltà, per quanto riguarda la navigazione marittima, di prendere in considerazione solo le vibrazioni di frequenza superiore a 1 Hz.

2. Misurazione

Qualora si proceda alla misurazione, conformemente all'articolo 4, paragrafo 1, i metodi utilizzati possono includere la campionatura, che dovràessere rappresentativa dell'esposizione di un lavoratore alle vibrazioni meccaniche considerate. I metodi utilizzati devono essere adattati alle particolari caratteristiche delle vibrazioni meccaniche da misurare, ai fattori

ambientali e alle caratteristiche dell'apparecchio di misurazione.

3. Interferenze

Le disposizioni dell'articolo 4, paragrafo 4, lettera d), si applicano in particolare nei casi in cui le vibrazioni meccaniche ostacolano il corretto uso manuale dei comandi o la lettura degli indicatori. L 177/18 IT Gazzetta ufficiale delle Comunitàeuropee 6.7.2002

4. Rischi indiretti

Le disposizioni dell'articolo 4, paragrafo 4, lettera d), si applicano in particolare nei casi in cui le vibrazioni meccaniche incidono sulla stabilitàdelle strutture o sulla buona tenuta delle giunzioni.

5. Estensione dell'esposizione

Le disposizioni dell'articolo 4, paragrafo 4, lettera g), si applicano in particolare nei casi in cui, data la natura dell'attivitàsvolta, un lavoratore utilizza locali di riposo e ricreazione sotto la responsabilità del datore di lavoro; tranne nei casi di forza maggiore, l'esposizione del corpo intero alle vibrazioni in tali locali deve presentare un livello di esposizione compatibile con le funzioni e condizioni di utilizzazione di tali locali.